

---

# YMPÄRISTÖSELVITYS

Boreal Kasvinjalostus Oy



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Visamäki, 15.11.2012

Sari Saviahde



## VISAMÄKI

Ympäristötekniikan koulutusohjelma

Ympäristöjohtaminen

**Tekijä**

Sari Saviahde

**Vuosi** 2012**Työn nimi**

Ympäristöselvitys. Boreal Kasvinjalostus Oy.

## TIIVISTELMÄ

Boreal Kasvinjalostus Oy on osittain Suomen valtion omistama yritys. Valtion omistajapolitiikkaa koskevan valtioneuvoston periaatepäätöksen 3.11.2011 mukaisesti jokaisen valtion omistaman yrityksen pitää liittää vuosikertomukseensa yritysraportti, jossa esitetään muiden tietojen lisäksi yrityksen ympäristötunnusluvut sekä muut tiedot ympäristöasioista. Myös kirjanpitolaki edellyttää yritystä esittämään kyseiset tiedot osana toimintakertomusta.

Opinnäytetyön perustana oli valtioneuvoston periaatepäätös, jota laajennettiin vastaamaan opinnäytetyön vaatimuksia. Opinnäytetyössä esitetään yrityksen ympäristöpolitiikka sekä kartoitetaan yrityksen ympäristönäkökohdat ja ympäristöriskit. Merkittävin ympäristönäkökohta oli energian kulutus, jonka säästäminen toisi myös vuosittain huomattavia taloudellisia säästöjä. Toimintaan ei kohdistunut merkittäviä ympäristöriskejä, mutta puutteena voidaan pitää erillisen ympäristöasioista vastaavan henkilön puuttumista.

Lisäksi opinnäytetyössä arvioidaan yrityksen toiminnasta syntyvät ympäristövaikutukset sekä esitetään toiminnan ympäristömahdollisuudet ja ehdotukset ympäristötavoitteiksi.

Opinnäytetyön perustana olivat esimieshaastattelut ympäristökyselyn muodossa. Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään globaalia ruoantuotantoa ilmastonmuutoksen ja väestönkasvun näkökulmasta sekä kasvinjalostuksen merkitystä muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa. Lisäksi esitellään ruoan ympäristövaikutuksia ja menetelmiä niiden arvioimiseksi.

**Avainsanat** ympäristöselvitys, ympäristönäkökohta, ympäristövaikutus**Sivut**

49 s. + liitteet 2 s.

Visamäki  
Degree programme in Environmental Technology  
Environmental Management

---

<b>Author</b>	Sari Saviahde	<b>Year</b> 2012
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Environmental review. Boreal Plant Breeding Ltd.	

---

## ABSTRACT

Boreal Plant Breeding Ltd. is partly owned by the Finnish government. Due to the government resolution outlining the objectives and principles for state ownership policy every state-owned company has to enclose an environmental review to its annual report. This review is the basis of the thesis and it has been extended to meet the requirements of the thesis.

The thesis presents the company's environmental policy and identifies the environmental aspects and risks. Also environmental impacts of the company's operations were evaluated. The most significant environmental aspect was energy consumption. Energy saving could bring remarkable annual economic savings. There were no significant environmental risks but absence of environmental officer can become a risk factor.

The thesis presents the company's environmental goals and suggestions to achieve the objectives. The thesis is based on interviews with superiors. They were conducted in the form of an environmental inquiry.

The theoretical part of the thesis handles the impact of climate change and population growth on global food production and the importance of plant breeding in changing climate conditions. The environmental impacts of food and methods for their assessment are presented.

**Keywords** environmental review, environmental aspect, environmental impact

**Pages** 49 p. + appendices 2 p.

---

## SANASTO

Ekologinen jalanjälki	Kuvaa sitä maa- ja vesialuetta, joka tarvitaan ihmisen tai ihmisryhmän kuluttaman ravinnon, materiaalien ja energian tuottamiseen sekä syntyneiden jätteiden käsittelyyn.
Ekologinen selkäreppu	Luonnonvarat, jotka tarvitaan jonkin tuotteen koko elinkaaren eli valmistuksen, kuljetuksen ja käytön aikana.
Elinkaariarviointi	Tuotejärjestelmän elinkaaren aikaisten syötteiden ja tuotos-ten sekä potentiaalisten ympäristövaikutusten koostaminen ja arviointi.
Hiilijalanjälki	Tuotteen, toiminnan tai palvelun aiheuttama ilmastovaikutus eli tuotteen tai toiminnan elinkaaren aikana syntyneiden kas-vihuonekaasujen määrä.
Inventaarioanalyysi	Elinkaariarvioinnin vaihe, jossa annetun tuotteen elinkaaren aikaiset syötteet ja tuotokset koostetaan ja kuvataan määräl-lisinä.
LCA	Life Cycle Assessment, ks. elinkaariarviointi.
LCI	Life Cycle Inventory, ks. inventaarioanalyysi.
LCIA	Life Cycle Inventory Assessment, ks. vaikutusarviointi
MIPS	Material Input per Service Unit, materiaalipanos suoritetta kohden. Luonnonvarojen kulutus tietyn hyödyn, palvelun tai tuotteen tuottamiseksi.
Mittatikku	Väline ympäristövaikutusten havainnollistamiseksi.
TMR	Total Material Requirement. Abioottisten ja bioottisten luonnonvarojen sekä maaperän kulutus tietyn hyödyn, palve-lun tai tuotteen tuottamiseksi.
Tuotejärjestelmä	Sarja yksikköprosesseja, joissa on perusvirtoja ja tuotevirto-ja, jotka toteuttavat yhden tai useampia määriteltyjä toimin-toja ja jotka kuvaavat tuotteen elinkaarta.
Vaikutusarviointi	Elinkaariarvioinnin vaihe, jonka tarkoituksena on ymmärtää ja arvioida tuotejärjestelmän potentiaalisten ympäristövaiku-tusten laajuutta ja merkittävyyttä koko tuotteen elinkaaren aikana.
Vesijalanjälki	Kulutuksen vaatima vesimäärä.
Ympäristönäkökohta	Organisaation toimintojen, tuotteiden tai palveluiden osa, joka voi olla vuorovaikutuksessa ympäristön kanssa.

---

Ympäristöpolitiikka	Johdon tahdon ilmaus sitoutumisesta jatkuvaan ympäristön-suojelun tason parantamiseen ja ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseen.
Ympäristövaikutus	Hyödyllinen tai haitallinen muutos luonnossa, joka on kokonaan tai osittain seurausta yrityksen toiminnoista.
Yksikköprosessi	Pienin inventaarioanalyysissä huomioon otettava osa, jonka suhteen syöte- ja tuotostiedot määritellään.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	1
2	BOREAL KASVINJALOSTUS OY .....	2
2.1	Ympäristöpolitiikka.....	4
2.2	Määräystenmukaisuus .....	4
3	GLOBALI RUOANTUOTANTO .....	6
3.1	Väestönkasvun vaikutus ruoantuotantoon.....	6
3.2	Ilmastomuutoksen vaikutus ruoantuotantoon .....	7
3.3	Ilmastomuutoksen vaikutus Suomen kasvituotantoon .....	8
3.4	Kasvinjalostus.....	9
4	RUOAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET .....	11
4.1	Ruoan ympäristövaikutusten arviointi .....	12
4.1.1	Elinkaariarviointi .....	13
4.1.2	Ekologinen jalanjälki .....	16
4.1.3	Hiilijalanjälki.....	17
4.1.4	Vesijalanjälki.....	18
4.1.5	Mittatikki .....	19
4.1.6	Ekologinen selkäreppu.....	20
4.1.7	MIPS (Material Input per Service Unit) .....	21
5	ORGANISAATION TEHTÄVIEN KUVAUS.....	23
5.1	Markkinointi ja tuotanto .....	23
5.2	Jalostus .....	23
5.3	Koetoiminta .....	24
5.3.1	Laboratoriot .....	25
5.3.2	Kenttä.....	25
5.3.3	Siemenhalli ja -varasto.....	26
5.3.4	Kasvihuone.....	26
6	BOREAL KASVINJALOSTUS OY:N YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT .....	27
6.1	Ympäristövaikutusten arviointi.....	27
6.1.1	Energiankulutus .....	28
6.1.2	Vedenkulutus.....	31
6.1.3	Hankinnat ja materiaalit .....	34
6.1.4	Jätteet .....	34
6.1.5	Päästöt veteen, ilmaan ja maaperään .....	35
6.1.6	Melu, haju ja sisäilma .....	37
6.1.7	Poikkeavat olosuhteet .....	37
6.1.8	Luonnon monimuotoisuus.....	38
7	BOREALIN TOIMINNAN YMPÄRISTÖRISKIT JA NIIDEN HALLINTA .....	39
7.1	Riskienhallinta .....	39
7.2	Ympäristöriskienhallinta .....	40

---

8	YMPÄRISTÖTAVOITTEET.....	42
9	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	44
	LÄHTEET.....	45

Liite 1      Ympäristökysely.

Liite 2      Ympäristönäkökohtien tunnistaminen. Boreal Kasvinjalostus Oy.

## 1 JOHDANTO

Boreal Kasvinjalostus Oy on osittain Suomen valtion omistama yritys. Valtion omistajapolitiikkaa koskevassa valtioneuvoston periaatepäätöksessä 3.11.2011 määritellään valtion omistajapolitiikan tavoitteet ja periaatteet. Valtion omistajapolitiikalta odotetaan avoimuutta, ennakoivuutta ja johdonmukaisuutta. Valtio on omistajana johdonmukainen ja toteuttaa samoja peruslinjauksia siitä huolimatta, minkä ministeriön vastuulla yhtiökohtainen omistajaohjaus on. Boreal Kasvinjalostus Oy:n strategisesta intressistä vastaava ministeriö on Maa- ja metsätalousministeriö.

Periaatepäätöksen mukaisesti jokaisen yrityksen, jossa valtio on osamistajana, pitää tehdä yhtiön toiminnasta yritysvastuuraaportti, johon myös ympäristöselvitys liittyy keskeisesti. Tämä yritysvastuuraaportti liitetään osaksi yrityksen vuosikertomusta. Myös kirjanpitolaki edellyttää, että yritys esittää toimintakertomuksessaan tunnusluvut ja muut tiedot ympäristöstä. Toimintakertomuksessa suositellaan ilmoitettaviksi yrityksen toiminnan ympäristönäkökohtiin liittyvät toimintaperiaatteet ja ympäristöjärjestelmät, ympäristönsuojelun keskeisillä alueilla tehdyt parannukset, organisaation oman ympäristönsuojelutoiminnan taso suhteessa voimassa oleviin sekä tiedossa oleviin tuleviin ympäristönsuojeluvaatimuksiin sekä organisaation toiminnan luonteen ja koon kannalta merkittäviin ympäristönäkökohtiin liittyvät tiedot ympäristönsuojelun tasosta kuten esimerkiksi energian ja veden kulutus.

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli vuosikertomuksen yritysvastuuraaportti sekä tilinpäätöksen toimintakertomukseen sisällytetty ympäristöselvitys, jota laajennettiin vastaamaan opinnäytetyön vaatimuksia. Selvityksessä esitetään yrityksen ympäristöpolitiikka sekä kartoitetaan yrityksen ympäristönäkökohdat ja ympäristöriskit. Lisäksi selvityksessä arvioidaan yrityksen toiminnasta syntyvät ympäristövaikutukset sekä esitetään toiminnan ympäristömahdollisuudet ja ehdotukset ympäristötavoitteiksi.

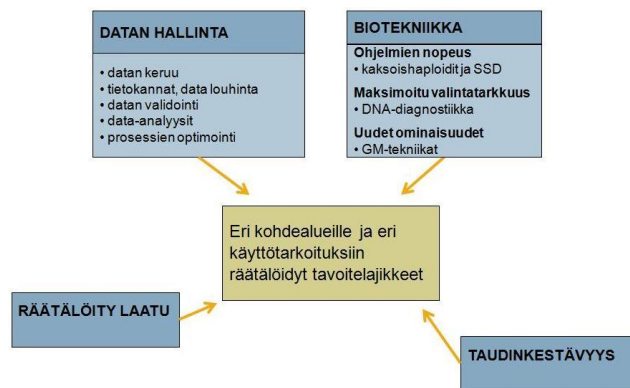
Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee globaalia ruoantuotantoa ilmastonmuutoksen ja väestönkasvun näkökulmasta sekä kasvinjalostuksen merkitystä muuttuvissa ilmasto-olosuhteissa. Lisäksi esitellään ruoan ympäristövaikutuksia ja menetelmiä niiden arvioimiseksi.



## 2 BOREAL KASVINJALOSTUS OY

Boreal Kasvinjalostus Oy jalostaa ja markkinoi peltokasvilajikkeita pohjoisen Euroopan oloissa toimiville ammattiviljelijöille. Jalostustoiminta on keskittynyt Jokioisille, missä tehdään kasvien risteytykset, laboratorio- ja kasvihuonetyöt sekä osa kenttäkokeista. Kenttäkokeita suoritetaan myös eripuolilla Suomea sekä muun muassa Baltiassa ja Ruotsissa.

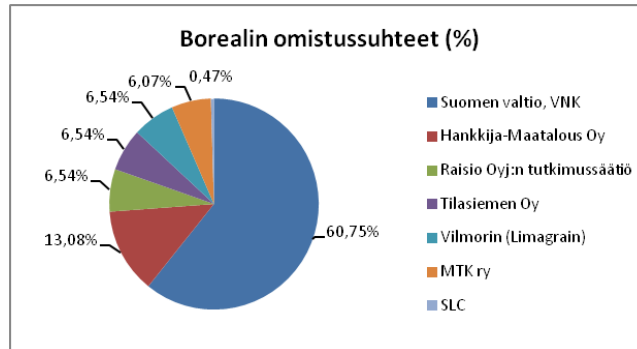
Boreal tuottaa modernilla jalostusteknologialla (kuva 1) pohjoisiin tuotanto-oloihin soveltuvia lajikeratkaisuja viljelijöiden ja teollisuuden tarpeisiin. Jalostustoiminnan tavoitteena on sadon laadun ja määrän parantaminen sekä koko kotimaisen tuotantoketjun tuottavuuden tehostaminen. Kasvinjalostuksella vähennetään tuotannon riskejä, kuten laatu tappioita, talvehtimisvaurioita ja satovahinkoja.



Kuva 1. Moderni jalostusteknologia.

Uuden lajikkeen jalostus on pitkä prosessi; risteytyksestä lajikkeen markkinoille tulo kestää 10 – 15 vuotta lajista riippuen, nurmikasveilla jopa 20 vuotta. Viljelijöille jalostuksen tekemä tuotekehitystyö näkyy uusina lajikkeina. Jalostustyö on tulevaisuuteen suuntautuvaa tuotekehitystyötä, jossa ensiarvoisen tärkeää on tuntee viljelijöiden ja satoa käyttävän teollisuuden tulevat lajiketarpeet. Borealin jalostusohjelmien tärkeimpiä lajikkeita ovat viljat, öljy- ja nurmikasvit, herne, härkäpapu ja peruna.

Boreal Kasvinjalostus Oy:n omistavat Suomen valtio, suomalaiset viljelijät ja ryhmä tärkeimpiä suomalaisia maatalousalan yrityksiä (kuvio 1). Boreal Kasvinjalostus Oy perustettiin vuonna 1994 yhdistämällä Keskusosuusliike Hankkijan ja valtion Maatalouden tutkimuskeskuksen kasvinjalostuksen toiminta ja sen päätoimipaikka on Jokioinen. Borealilla on Venäjällä toimiva tytäryhtiö, jonka toiminta on vähitellen laajentumassa lajiketestauksesta siementuotantoon ja markkinointiin. Tässä ympäristöselvityksessä käsitellään kuitenkin vain Borealin Jokioisille keskittynyttä toimintaa.



Kuvio 1. Boreal Kasvinjalostus Oy:n omistussuhteet.

Boreal Kasvinjalostus Oy on alan markkinajohtaja Suomessa ja sen noin 70:llä markkinoilla olevalla lajikkeella viljellään kaksi kolmasosaa Suomen pelloista. Kotimaan markkinoilla toimimisen lisäksi Borealin tavoitteena on vientiliiketoiminnan kehittäminen. Tärkeimpiä viennin kohdealueita ovat Ruotsi, Baltian maat sekä Venäjä. Borealin tärkeimmät sidosryhmät ovat siemenkaupan yritykset, viljelijät, satoa käyttävä teollisuus, yhtiön omistajat sekä alaan liittyvät viranomaiset ja huoltovarmuuskeskus. Kuva 2 kuvaa Borealin toimintakenttää tuotannon kokonaisketjussa.



Kuva 2. Borealin toimintakenttä tuotannon kokonaisketjussa.

Boreal toimittaa sopimusten mukaisesti kantasiementä siemenliikkeille, jotka tuottavat, kunnostavat ja markkinoivat sertifioitua siementä. Boreal suojaa kaikki lajikkeensa kasvinjalostajanoikeudesta annetun lain (789/92) mukaisesti ja tekee niistä lajike-edustussopimuksia siemenliikkeiden kanssa. Borealin tärkeimmät tulonlähteet ovat sertifioitua siemenen hintaan sisältyvä rojalti sekä tilan oman siemenen käytöstä perittävä TOS-maksu. Tilikaudella 2011 Boreal Kasvinjalostus Oy:n palveluksessa työskenteli keskimäärin 71 henkilöä, joista 62 oli vakituksia. Henkilöstöstä 45 (73 %) tekee töitä tuotekehityksessä, 7 (11 %) siementuotannossa ja 10 (16 %) markkinoinnissa ja hallinnossa. Lisäksi käytetään sesonkityövoimaa ruuhkahuippujen tasoittamiseksi.

## 2.1 Ympäristöpolitiikka

Ympäristöpolitiikka on yrityksen linjaus toimintansa ympäristönäkökohtiin liittyvistä arvoista, periaatteista, päämääristä, tavoitteista ja toimintatavoista. Yleensä se sisältää ainakin yrityksen sitoutumisen ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseen sekä ympäristömyönteisen toiminnan jatkuvaan parantamiseen. Ympäristöpolitiikan määrittelee yrityksen johto, joka myös sitoutuu huomioimaan ympäristönäkökohdat yrityksen toiminnassa sekä luomaan yrityksessä sellaiset olosuhteet, että ympäristöpolitiikan toteuttaminen on mahdollista. (Pesonen, Hämäläinen & Teittinen 2011.)

Boreal Kasvinjalostus Oy:n ympäristöpolitiikan on määritellyt yrityksen hallitus yhdessä henkilöstön kanssa, ja yhtiö on sitoutunut sen noudattamiseen.

*Boreal Kasvinjalostus Oy huomioi toiminnassaan ympäröivän yhteiskunnan ja ympäristön sekä edistää jalostamallaan lajikkeilla luonnonvarojen kestävää käyttöä. Lisäksi se pyrkii toiminnassaan säästämään energiaa sekä käyttämään ja kierrättämään materiaaleja tehokkaasti.*

Boreal Kasvinjalostus Oy noudattaa tehtävissään ympäristölainsäädäntöä, toimintaa koskevia lupaehtoja sekä muita määräyksiä. Kasvinjalostustoiminnan harjoittaminen ei edellytä ympäristönsuojelulaissa mainittuja ympäristölupia. Maataloudesta aiheutuvia ympäristökuormituksia vähennetään ympäristötukiehtojen lannoitus- ja kasvinsuojeluohjeita noudattamalla.

Boreal edistää osaltaan geenivarojen kestävää käyttöä, bioenergiakäyttöön soveltuvien lajikkeiden kehittämistä, valkuaisomavaraisuuden lisäämistä sekä kestävää maataloustuotantoa. Kasvinjalostus on pitkäjänteistä työtä ja siinä otetaan laajasti huomioon tulevaisuuden tarpeet myös ilmasto-olojen muuttuessa. Jalostuksella pyritään osaltaan parantamaan myös lajikkeiden taudinkestävyyttä sekä ravinteiden ja veden käytön tehokkuutta. Näin pystytään pienentämään myös maatalouden haitallisia ympäristövaikutuksia.

## 2.2 Määräystenmukaisuus

Boreal Kasvinjalostus Oy noudattaa yrityksen toiminnassa ympäristölainsäädäntöä, toimintaa koskevia lupaehtoja sekä muita määräyksiä. Kasvinjalostustoiminnan harjoittaminen ei edellytä ympäristönsuojelulaissa mainittuja ympäristölupia. Peltoviljelyssä Boreal Kasvinjalostus Oy noudattaa samoja ympäristötukiehtoja kuin suomalaiset viljelijät. Boreal vuokraa jalostustoiminnassaan tarvittavan peltomaan maanomistajilta. Käytössä olevista peltolohkoista maataloustuet saa aina pellon omistaja, joka valvoo tukiehtojen täyttymistä. Boreal noudattaa maataloustukiehtojen mukaisia ohjeita pellon muokkauksesta, lannoituksesta, kasvinsuojeluaineiden käytöstä, kylvöajoista sekä soveltuvien lajikkeiden käytöstä ja siementen määrästä.

Borealille on myönnetty lupa säteilyn käytölle tutkimuksessa. Turvallisuuslupan on myöntänyt Säteilyturvakeskus (STUK). Työskentelyssä ja aineiden säilytyksessä noudatetaan STUK:n antamia ohjeita. Tällä hetkellä yrityksessä ei tehdä säteilytystöitä.

Borealilla on Geenitekniikan lautakunnan (GTLK) myöntämä lupa jalostaa geenimuunneltuja (GM) kasvilajikkeita. Tällä hetkellä yhtiössä ei ole menossa eikä vireillä yhtään GM-hanketta. Asiaan palataan mahdollisesti vasta kun markkinoilla on kuluttajien hyväksyntä ja kysyntää geenimuunnelluille lajikkeille. Borealilla on tehty geenitekniikkalain (377/1995) ja -asetuksen (928/2004) edellyttämät toimitila- ja toimintailmoitukset, jotka vaaditaan geenimuunnellun kasvimateriaalin käsittelyssä. Ilmoitukset pitävät sisällään tarvittavat selvitykset ja toimenpideohjeet.

### 3 GLOBAALI RUOANTUOTANTO

Väestönkasvun ja ilmastonmuutoksen myötä ruoan riittävydestä tulee maailmanlaajuinen haaste. Ruoan kysynnän arvellaan kasvavan 70 – 100 prosenttia vuoteen 2050 mennessä. Ilmastonmuutos, bioenergian kasvava tuotanto, kaupungistuminen sekä saastuminen uhkaavat pienentää ruoan tuotantoalaa. Siten ristiriita ruoan globaalin kysynnän ja tarjonnan välillä muodostuu entistäkin haastavammaksi ongelmaksi niin ekologisesti kuin eettisestikin. Lisäksi ristiriita suuremman tuotantokyvyn ja ympäristötaidoitteiden välillä on huomattava. Ilmastonmuutos lisää maatalousympäristön ongelmia samalla kun tuotannon tehostaminen merkitsee suurempien ympäristöongelmien riskiä. (Godfray, Beddington, Crute, Haddad, Lawrence, Muir, Pretty, Robinson, Thomas & Toulmin 2010; Raisio Oyj; VACCIA Työpaketti 7 2011.)

Kasvipohjaisella ja kansallisella tasolla tuotetulla ruoalla pystytään vastaamaan moneen globaaliin kysymykseen puhuttaessa ruoan riittävydestä sekä sen tuotannon eettisyydestä ja ekologiasta. Tulevaisuudessa myös ruokatuotannon energiatehokkuuteen kiinnitetään nykyistä enemmän huomiota. (Raisio Oyj.)

#### 3.1 Väestönkasvun vaikutus ruoantuotantoon

Maailman ruokatuotantoon kohdistuvia ongelmia ilmastonmuutoksen lisäksi ovat ruokatuotannon sopeutuminen kasvavan väestön tarpeisiin ympäristön ja yhteiskunnan kannalta kestäväällä tavalla sekä ruokatuotannon takaaminen myös maailman köyhimmälle väestöosalle. YK:n elintarvikke- ja maatalousjärjestö FAO:n mukaan vuonna 2006 – 2008 aliravittuja ihmisiä oli maailmassa noin 850 miljoonaa eli 13 prosenttia koko maailman väkiluvusta. Yksistään vuonna 2007 heidän määränsä lisääntyi 75 miljoonalla ruuan ja energian kallistumisen seurauksena. (FAO 2012; FAO, IFAD & WFP 2012; Godfray ym. 2010.)

YK:n väestöennusteen mukaan vuonna 2050 maailmassa on 9,3 miljardia ihmistä. Heidän ravitsemisekseen ruokaa on tuotettava jopa kaksinkertaisesti nykyinen määrä. Väestönkasvu on kuitenkin hidastumassa elintason nousun seurauksena. Tämän seurauksena on kuitenkin ostovoiman kasvu ja kulutuksen lisääntyminen. (Godfray ym. 2010; Purje 2008.)

Tähän asti ruoan kysynnän kasvu väkiluvun kasvaessa on kyetty tyydyttämään keinokastelulla ja lannoituksella viljan tuotannossa. Viimeisen 50 vuoden aikana viljasadon määrä on yli kaksinkertaistunut, vaikka peltopinta-ala on kasvanut vain 9 prosenttia. Tuholaisten ja tautien torjunnalla on osaltaan pystytty vaikuttamaan maailman ruokatuotannon kaksinkertaistumiseen, mutta tästä huolimatta taudinaiheuttajat vähentävät edelleen maailman ruokasadosta 10 – 16 prosenttia. Väestön kasvun myötä viljelysala henkilöä kohti pienenee olennaisesti. Tulevaisuudessa täytyy samalla alueella kasvattaa enemmän ruokaa. Lisäksi ruokaa on tuotettava aiempaa tehokkaammin, jotta sitä riittäisi kaikille. (Chakraborty & Newton 2011; Godfray ym. 2010; Raisio Oyj.)

Maapallon maa-alueista, jotka eivät ole jään peitossa, käytetään tällä hetkellä maanviljelyyn noin 12 prosenttia. Tutkimusten mukaan käyttökelpoisen maan kestävä käyttöön rajat tulevat vastaan, kun viljelyalan osuus lähestyy 15 prosenttia. Maata siis voitaisiin ottaa jonkin verran lisää tuotan-

toon, mutta tämä vaihtoehto on kallis ja epätodennäköinen, koska myös ihmisen muu toiminta, kuten rakentaminen, kilpailee lisämaasta. Lisäksi samaan aikaan olisi suojeltava luonnon monimuotoisuutta sekä muita luonnon tarjoamia hyödyllisiä asioita, kuten esimerkiksi sademetsien hiihlinielua ja muita niin sanottuja ekosysteemipalveluja. (Godfray ym. 2010.)

### 3.2 Ilmastonmuutoksen vaikutus ruoantuotantoon

Viimeisen sadan vuoden aikana maapallon keskilämpötila on noussut 0,74 °C ja lämpenemisnopeus on lähes kaksinkertaistunut. Suurimmat syyt ilmaston lämpenemiseen 1900-luvulta lähtien ovat fossiilisten polttoaineiden käyttö sekä laajamittainen maankäyttö ja metsäkato. Ilmastonmuutosta tapahtuu kuitenkin myös ihmisestä riippumattomista syistä. Auringon säteilymuutosten arvioidaan lämmittäneen ilmastoa vuodesta 1750 lähtien kuitenkin huomattavasti vähemmän kuin ihmistoiminnan. (Ilmasto.org; VACCIA Työpaketti 7 2011.)

Hallitustenvälinen ilmastopaneeli IPCC arvioi vuonna 2007, että maapallon keskilämpötila nousee 1,1 – 6,4 °C tällä vuosisadalla. Ilmastonmuutoksen ennustetaan muun muassa nostavan merenpintaa, pienentävän luonnon monimuotoisuutta, heikentävän satoja, lisäävän ääri-ilmiöitä ja laajentavan trooppisten tautien levinneisyyttä. (Ilmasto.org; VACCIA Työpaketti 7 2011.)

Ilmastonmuutoksen seurauksena lämpötilassa ja sademäärässä tapahtuu muutoksia, jotka vaikuttavat sadon määrään ja maan sopivuuteen viljelykselle. Ilmastonmuutoksen on arvioitu pienentävän satoja ja ruoantuotantoa etenkin trooppisilla ja subtrooppisilla alueilla. Ilmastonmuutoksen vaikutukset koettelevat ankarimmin kehitysmaita, joissa seuraukset tuntuvat jo arjessa. Esimerkiksi Afrikassa on alueita, joissa vallitsee äärimmäinen kuivuus ja toisaalla puolestaan tulvat ovat lisääntyneet ja ovat yhä tavallisempia peittäen ison osan maasta vuosittain. Ilmastonmuutoksen seuraukset ovat ankarimmat erityisesti Saharan eteläpuolisessa Afrikassa, mutta ravinnontuotanto heikkenee myös väkirikkailla alueilla Etelä- ja Kaakkois-Aasiassa, Kiinassa ja Latinalaisessa Amerikassa. (Ilmasto.org; Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Sateiden ennustetaan ilmastonmuutoksesta johtuen jakautuvan ajallisesti ja paikallisesti yhä epätasaisemmin. Peltojen tuottavuutta heikentävät kuivuus, kuumuus, äärimmäiset sääilmiöt, eroosio ja aavikoituminen sekä merenpinnan nousu ja maaperän suolaantuminen. Ilmastonmuutoksen seurauksena myös tuholaitten ja kasvitautien arvellaan lisääntyvän. Ilmastonmuutoksen edetessä maataloustuotantoon sopivan maan kokonaisala todennäköisesti vähenee suurissa maatalousmaissa ennustetun kuivuuden, rankkasateiden ja tulvien lisääntymisen myötä. Myös pohjavesivarantojen niukkuus aiheuttaa jo nyt monissa maissa ongelmia maanviljelylle. Ilmastonmuutoksen myötä tällaisten vesipulasta kärsivien alueiden vesivarat saattavat niukentua entisestään. (Ilmasto.org; Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Jotkut ennustetuista ilmastonmuutoksen vaikutuksista, kuten kasvukauden piteneminen ja ilman kohonnut hiilidioksidipitoisuus, voivat tuoda pääasiassa hyödyllisiä muutoksia lauhan vyöhykkeen ruokatuotannolle. Viljelymaaksi sopivat alueet laajenevat, satokausi pitenee ja viljalajit ovat saatoisampia. Ilmastonmuutoksen seurauksena esimerkiksi Suomessa voita-

neen viljellä useampia kasvilajeja kuin nykyään. Toisaalta leudot ja lumetomat talvet lisäävät ravinteiden huuhtoutumisen ja peltojen eroosion riskiä. Lisäksi syyssateet voivat vaikeuttaa sadonkorjuuta sekä huonontaa sadon laatua. (Ilmasto.org; Schmidhuber & Tubiello 2007.)

### 3.3 Ilmastonmuutoksen vaikutus Suomen kasvituotantoon

Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteen laitos sekä Helsingin, Jyväskylän ja Oulun yliopistot ovat selvittäneet ”Luonnon tarjoamien palveluiden haavoittuvuusarviointi ja sopeutuminen muuttuvaan ilmastoon”-hankkeessaan ilmastonmuutoksen vaikutusta suomalaisiin ekosysteemipalveluihin. Hanke kuuluu EU:n LIFE+ -ohjelmaan ja siitä käytetään englanninkieliseen nimeen perustuvaa lyhennettä VACCIA (Vulnerability Assessment of Ecosystem Services for Climate Change Impacts and Adaption). VACCIA-hanke koostuu 13 työpaketistista, joista jokainen käsittelee omaa luonnonympäristöään. Tässä luvussa esitellään VACCIA Työpaketti 7:ssä käsitellyt tärkeimmät ilmastonmuutoksen vaikutukset Suomen kasvituotantoon.

Suomesta löytyy maailman pohjoisin laaja maataloustuotanto. Suomen ilmasto on maatalouden näkökulmasta poikkeava ja vastaavia oloja maataloudelle on vaikea löytää muualta. Kasvinjalostuksessa Suomen olosuhteisiin on otettava huomioon sopeutuminen lyhyeen kasvukauteen, hallankesävyys sekä päivän pitkä pituus.

Ilmastonmuutoksen seurauksena Suomen ilmaston odotetaan lämpenevän enemmän kuin maapallon keskimäärin. 1900-luvun alusta Suomen keskilämpötila on noussut 0,7 °C. Tämän seurauksena kasvukausi on jo pidentynyt yli viikolla ja pakkaspäivien määrä on vähentynyt. Ennusteiden mukaan Suomen ilmasto voi lämmetä jopa 7,4 °C vuosisadan loppuun mennessä. Lisäksi sadanta lisääntynee 6 – 37 prosenttia.

Tulevaisuudessa Suomessa kasvukausi pitenee ja tehoisa lämpösumma kasvaa. On arvioitu, että vuosisadan lopulla lämpösummakertymä olisi noin 300 – 500 vuorokausiastetta korkeampi kuin nykyään. Kasvukauden arvellaan pitenevän noin kolmella viikolla vuosisadan loppuun mennessä, etenkin kevään aikaistuesssa. Kesät saattavat olla kuivempia, mutta syys- ja talvisadanta todennäköisesti kasvaa. Lumet sulavat aikaisemmin ja etelässä saattaa olla myös sadetalvia. Talvet leudontuvat ja muuttuvat entistä vaihtelevammiksi. Ilmastonmuutoksen seurauksena kylvöt ovat aikaistuneet 1980-luvulta jopa yli viikolla. Kylvöjen arvellaan aikaistuvan entisestään noin viikolla seuraavan kolmenkymmenen vuoden aikana ja kolmella viikolla vuosisadan loppuun mennessä. Sadonkorjuuajan ei uskota siirtyvän myöhemmäksi, koska lisääntyneet sateet tekevät korjuuolot vaikeiksi. Lisäksi valon väheneminen syksyllä tekee kasvukauden pidentämisestä hyödyttömän.

Talvien leudontuessa talvehtimisolot muuttuvat ja saattavat aluksi vaikeuttaa syysviljojen viljelyä. Kasvukauden piteneminen mahdollistaa korkeammat sadot, mutta nykyisillä lyhyeen kasvukauteen sopeutuneilla lajikkeilla sadot laskevat, sillä korkeammat lämpötilat kiihdyttävät kypsymistä. Hiilidioksidipitoisuus saattaa nostaa satoja ja parantaa vedenkäyttöä. Ilmastonmuutoksen seurauksena viljelyalueet laajenevat Suomessa. Lisäksi viljelyyn voi tulla uusia kasveja kuten maissi ja lupiini.

Kevätviljojen sadot voivat kasvaa huomattavasti. Satopotentiaali voi kasvaa jopa neljästä kahdeksaan tonnia hehtaarilta vuosisadan loppuun mennessä. Syysviljojen sadosta voidaan odottaa vielä suurempia, mutta muutos nykytilanteeseen on pienempi. Palkokasvit hyötyvät huomattavasti lämpenemisestä ja herneen satopotentiaali voi kasvaa jopa neljä tonnia hehtaarilta. Lisäksi öljykasvien sadot voivat kasvaa useita tonneja.

Lämpenemisen seurauksena kasvituholaisten määrä lisääntyy, mikä aiheuttaa suurempia sadonalennuksia. Ilmastonmuutoksen myötä tautiriski kasvaa monilla viljelykasveilla. Leudompien talvien myötä taudit selviävät paremmin talvesta, ja syksyisin kosteampi ja lämpimämpi sää edistää tautien etenemistä sekä aktiivista aikaa. Lisäksi taudit ja hyönteiset, joilla on useampi elinkierto kesällä, voivat hyötyä pidentyvistä kasvukaudesta. Lämpeneminen laajentaa hyönteisten elinpiirejä ja tämä tuonee myös uusia tuholaisia Suomeen.

Ilmastonmuutos yhdessä muuttuvien tuotantotapojen kanssa vaikuttavat maatalousympäristöihin sekä mahdollisesti lisäävät maatalouden haitallisia ympäristövaikutuksia tällä vuosisadalla. Eroosioriski ja valunta kasvavat lisääntyvän sadannan, yleistyvien rankkasateiden sekä leutonevien talvien myötä. Tämän seurauksena myös fosforin ja typen kulkeutuminen vesistöihin lisääntyy, mikä puolestaan vaikuttaa rehevöitymiseen. Kasvitautien ja tuholaisien lisääntyessä torjunta-aineiden käyttö saattaa lisääntyä. Tämän seurauksena kulkeutumat ympäristöön saattavat myös kasvaa.

Maatalous aiheuttaa niin hiilidioksidi-, typpioksiduuli- kuin metaanipäästöjäkin. Hiilidioksidipäästöjä syntyy pääasiassa hiilen vapautumisesta maaperästä. Typpioksiduulipäästöt aiheutuvat erityisesti lannoitteista ja maaperän orgaanisen aineksen hajoamisesta. Eläintuotanto on suurin metaanipäästöjen aiheuttaja. Vuonna 2007 maatalouden kasvihuonekaasupäästöt olivat 18 prosenttia Suomen kokonaispäästöistä.

### 3.4 Kasvinjalostus

Kasvinjalostuksen merkitys kasvaa entisestään ilmastonmuutoksen ja maailman väestönkasvun vuoksi. Uusilta lajikkeilta vaaditaan muun muassa kestävyyttä kuivuutta, erilaisia ympäristöstressejä sekä tauteja ja tuholaisia vastaan. Lisäksi lämpötilan nousu, päivän pituus, kiihtynyt kehitysrytmi, ravinteiden saanti ja ääri-ilmiöt rajoittavat kasvinviljelyä. Kasvinjalostuksella pystytään vaikuttamaan kaikkiin näihin haasteisiin ja tuottamaan lajikkeita, jotka sopivat kaikille viljelijäryhmille muuttuvissa olosuhteissa. (Haapala 2008; Peltonen-Sainio.)

Kasvinjalostuksella voidaan myös vaikuttaa ruoan terveellisyyteen lisäämällä muun muassa vitamiinien sekä hiven- ja valkuaisaineiden pitoisuuksia kasvilla. Jalostamalla tauteja ja tuholaisia kestäviä lajikkeita voidaan vähentää torjunta-aineiden käyttöä, jolloin kemikaalijäämät vähenevät ja viljelystä tulee turvallisempaa viljelijälle ja ruoasta terveellisempää kuluttajalle. (Haapala 2008.)

Nykyisin kasvinjalostuksessa käytetään mitä enenevissä määrin apuna biotekniikkaa risteytyksiin ja valintaan perustuvan lajikehityksen rinnalla. Biotekniikan avulla voidaan nopeuttaa kasvinjalostusta. Biotekniikan osat alueita ovat muun muassa solu- ja solukkoviljely, molekyyli-genetiikka, genomiikka, DNA-diagnostiikka ja geenitekniikka. Solu- ja solukkoviljelyn avulla tuotetaan geneettisesti yhtenäisiä kasveja yksittäisistä soluista



tai solukoista. Molekyyliigenetiikan avulla voidaan hyödyntää yksittäisten geenien rakennetta ja toimintaa jalostuksessa. Genomiikan avulla voidaan selvittää kasvin koko perimän rakenne, geenien sijainti perimässä sekä niiden säätely. Sen avulla pystytään tunnistamaan muun muassa tuotanto-ominaisuuksiin vaikuttavat geenit. Genomiikalla saatua tietoa hyödynnetään parannettaessa esimerkiksi taudin- ja stressinkestävyyttä, kehitettäessä uusia ominaisuuksia sekä pyrittäessä kestäväan ja ympäristöystävälliseen tuotantoon. DNA-diagnostiikan osa-alueeseen kuuluu geenimerkkien kehitys ja niiden käyttö yksilöiden ominaisuuksien tunnistamisessa. Geenitekniikan avulla voidaan jalostaa muuntogeenisiä lajikkeita eli GM-kasveja. GM-jalostusmenetelmillä lajiin voidaan tuoda kokonaan uusia ominaisuuksia, kuten herbisidien kestävyys tai lääkeproteiinin tuottaminen kasveissa. Lisäksi lajin omia geenejä voidaan hyödyntää tavalla, joka ei onnistu perinteisin menetelmin. Näitä ovat esimerkiksi parannettu rehulaa-tu tai muunnettu tärkkelyksen laatu. GM-tekniikan avulla voidaan myös vaikeasti jalostettavien ominaisuuksien jalostusta nopeuttaa tietyissä tapauksissa. Esimerkki tällaisesta jalostuksesta on tärkkelysperunan tärkkelys-pitoisuuden nostaminen. (MTT 2012b; Äijälä 2011.)

Maa- ja metsätalousministeriön ilmastonmuutokseen sopeutumisen toimintaohjelman 2011 – 2015 mukaan ilmastonmuutoksen seuraukset ovat niin merkittäviä, että myös muuntogeenisten kasvien hyödyntäminen kasvintuotannossa tulee pohdittavaksi maatalouden sopeuttamiseksi ilmas-tonmuutokseen. (Maa- ja metsätalousministeriö 2011.)

## 4 RUOAN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Ruoan tuotanto ja kulutus aiheuttavat kolmanneksen kokonaiskulutuksen ympäristövaikutuksista. Keskimääräinen ruoan kulutuksen hiilijalanjälki on samaa suuruusluokkaa asumisen ja liikenteen kanssa, ja jokainen näistä kulutussektoreista (syöminen, asuminen ja liikkuminen) vastaa noin neljänestä suomalaisen henkilökohtaisesta kasvihuonekaasuvaikutuksesta. Kokonaisvaltaisen kuvan saamiseksi kulutuksen ja tuotannon ympäristövaikutuksista täytyy ympäristövaikutukset arvioida tuotteen koko elinkaaren ajalta. Lisäksi hävikiksi päätyvien elintarvikkeiden tuotannosta ja jätetuhollosta syntyy turhia ympäristövaikutuksia, joista suurin osa voitaisiin helposti välttää, jos ruokahävikin ennalta ehkäisyyn kiinnitettäisiin huomiota elintarvikeketjun kaikissa vaiheissa. (Katajajuuri 2008; Katajajuuri, Koivupuro, Jalkanen, Reinikainen & Silvennoinen 2010.)

Pääsääntöisesti eläinkunnan tuotteet kuormittavat ympäristöä enemmän kuin kasvituotteet. Liha aiheuttaa kolmanneksen suomalaisen ruoan ekologisesta selkäreputa, vaikka vain kymmenesosa syödystä ruoasta on lihaa. (Suomen ympäristöopisto SYKLI; Stradius 2010.)

Lihatuotteista naudan ja lampaan lihan hiilijalanjäljet ovat suurimmat. Ne tuottavat märehtiessään metaania, joka on voimakas kasvihuonekaasu. Sian ja broilerin lihan hiilijalanjäljet ovat noin neljännes märehtijöiden vastaavista. Toisaalta nauta ja lammas hyödyntävät ihmisravinnoksi soveltumatonta nurmirehua ja siten edistävät laiduntaessaan luonnon moninaisuutta. Sikoja ja broilereita ruokitaan pääasiassa myös ihmisravinnoksi soveltuvalla soijalla sekä viljoilla. Vuonna 2006 FAO arvioi, että noin kolmasosa maailmassa tuotetusta viljasta ja 90 prosenttia soijasta menee eläintenrehuksi. (Suomen ympäristöopisto SYKLI; Stradius 2010.)

Kalankasvatus on vesistöjä rehevöittävimpiä ruoan tuotantomuotoja. Suomen ympäristökeskuksen Kirjolohen tuotanto ja ympäristö-tutkimuksen mukaan kirjolohen tuotannossa suurimman osan koko tuotantoprosessin päästöhaitoista aiheuttavat kasvatuslaitoksilta veteen pääsevät ravinnepäästöt. Norjassa merilohen tuotannossa aiheutuvat päästöt ovat käytännössä vastaavat kuin kirjolohen tuotannossa Suomessa. Norjalaisen lohen ympäristövaikutuksia pienentää kuitenkin se, että Atlantilla ravinnepäästöt aiheuttavat huomattavasti vähemmän rehevöitymishaittaa kuin Itämeressä tai sisävesillä. Norjassa myös kalankasvatus on aiheuttanut kalatauteja ja kasvattamoilta karanneet lohet uhkaavat luonnon lohikannan geneettistä perimää. Petokalojen kasvatusta varten myös kalastetaan yli kaksinkertainen määrä rehuksia. Kalastuksesta aiheutuvia ympäristövaikutuksia ovat ylikalastus sekä polttoaineiden käytöstä aiheutuvat päästöt. Lisäksi kaloja useasti kuljetetaan pyyntialueilta käsiteltäväksi maailman toiselle puolelle. Suomessa ylikalastus ei ole keskeinen ongelma ja kotimaiset järvikalakannat ovat pääosin kestäväällä kannalla. (Grönroos, Mäkinen, Seppälä, Silvenius, Silvo & Storhammar 2001; Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Kasvituotannossa kasvihuoneissa viljellyillä vihanneksilla on huomattavasti suurempi hiilijalanjälki kuin vastaavilla avomaalla kasvatetuilla tuotteilla. Kasvihuonetuotannon hiilijalanjälkeä pienentävät kesäkuukaudet sekä uusiutuvan energian käyttö kasvihuoneen lämmöntuotannossa. (Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Luomutuotannon hyötyjä ovat muun muassa teollisten lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden välttäminen sekä luonnon monimuotoisuuden edistäminen. Ympäristövaikutukset eivät välttämättä kuitenkaan ole kaikille tuotteille pienempiä kuin tavanomaisessa tuotannossa esimerkiksi pienemmän satomäärän vuoksi. Lähiruokaa on yleisesti pidetty ympäristöystävällisenä. Kuitenkaan näin ei aina ole, koska tuotteen ympäristöystävällisyyteen vaikuttaa muun muassa myös sen tuotantotapa. (Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Geneettisesti muunneltujen organismien (GMO) viljely on useissa maissa hyväksyttyä. GM-kasveihin on voitu esimerkiksi siirtää ominaisuus kestää kasvinsuojeluaineita tai tuottaa hyönteismyrkkyä. Kaupallisesti tärkeimpiä viljeltäviä GM-kasveja ovat soija, maissi, puuvilla ja rapsi. Geenimuuntelun seurauksena kasvinsuojeluaineiden käyttö saattaa lisääntyä. GM-elintarvikkeiden pakkauksissa on oltava merkintä, että tuote sisältää geenitekniikalla muunneltuja organismeja. (Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Ruokahävikin osalta elintarvikeketjun luonnonvarojen käyttö ja syntyneet ympäristökuormitukset ovat olleet täysin turhia. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT:n Foodspill I –hankkeen tulosten mukaan Suomen ruokahävikkimäärä on keskimäärin 330 – 460 miljoonaa kiloa syömäkelpoista ruokaa vuodessa. Henkilöä kohden tämä tekee 62 – 86 kiloa vuodessa. Yhteensä hävikki on 10 – 15 prosenttia kulutetusta ruoasta. Eniten ruokahävikkiä syntyy kotitalouksissa, joissa heitetään pois vuosittain 120 – 160 miljoonaa kiloa syömäkelpoisia elintarvikkeita. Elintarviketeollisuudessa vastaava hävikki on noin 75 – 140 miljoonaa kiloa vuodessa eli noin 3 prosenttia elintarviketeollisuuden tuotantovolyymista. Teollisuuden hävikistä vain pieni osa koostuu valmiista elintarviketuotteista. Suurin osa syntyy raaka-aineiden käsittelystä, jolloin ruokahävikin syntyä ei pystytä käytännössä kokonaan välttämään. (Katajajuuri 2008; Katajajuuri ym. 2010; MTT 2012a.)

#### 4.1 Ruoan ympäristövaikutusten arviointi

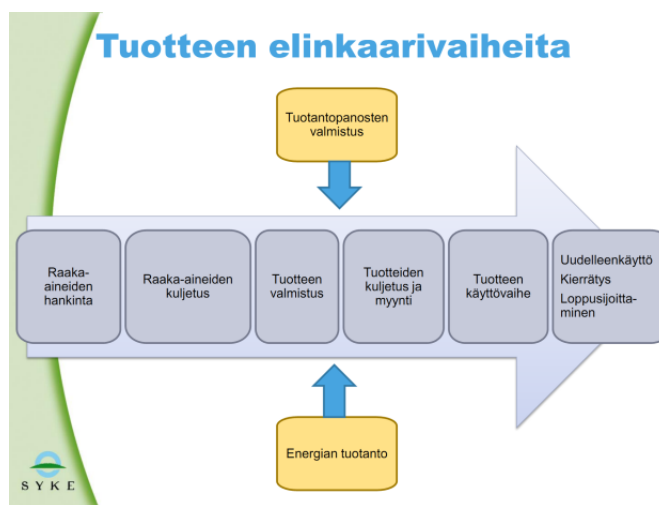
Ekotehokkuudella tarkoitetaan yrityksen, tuotantoketjun tai tuotantosektorin tuottamien tuotteiden ja palvelujen arvoa suhteessa tuotannosta aiheutuviin ympäristövaikutuksiin. Käytännössä on kuitenkin mahdotonta määritellä milloin tuotanto on ekotehokasta. Käytettävien indikaattorien avulla voidaan määritellä onko tuotanto ekologisesti tehokkaampaa tai tehottomampaa kuin aikaisemmin, tai mikä on tuotteen tai tuotantotavan ekotehokkuus suhteessa vertailtavaan vaihtoehtoon. (Grönroos 2008.)

Elintarvikkeiden ekotehokkuuden laskemiseksi koko tuotantoketjun tasolla sovelletaan elinkaariarviointimenetelmää. Menetelmä huomioi tuotantoketjun kaikki oleelliset välittömät ja välilliset tuotantovaiheet. (Grönroos 2008.)

Tuotteen koko elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten vertailuun on kehitetty useita mittareita. Näitä mittareita ovat esimerkiksi ekologinen selkäreppu, MIPS ja mittatikku. Elinkaariarviointi voidaan myös kohdistaa esimerkiksi hiilijalanjäljen tai vesijalanjäljen laskentaan, joissa tarkastellaan vain tiettyä ympäristövaikutusta (Edu.fi 2011).

## 4.1.1 Elinkaariarviointi

Elinkaariarvioinnilla (eng. Life Cycle Assessment, LCA) arvioidaan tuotteen aiheuttamia ympäristövaikutuksia tuotteen koko elinkaaren ajalta. Elinkaariarvioinnissa huomioidaan muun muassa raaka-aineiden hankinta, kuljetukset, tuotteen valmistus, jakelu, käyttö ja jätteiden käsittely (kuva 4). Elintarvikkeiden elinkaareen kuuluvat tyypillisesti maatalouden panos-tuotanto, kuten lannoitteiden ja kalkin valmistus, maataloustuotannon ja maataloustuotteiden jatkojalostaminen, elintarviketeollisuuden ja pakkaus-ten tuotantoketjut sekä kaikki tuotteen ja pakkauksen elinkaareen liittyvät kuljetukset ja logistiikka. Elintarvikkeiden elinkaareen lasketaan mukaan myös tukku- ja vähittäiskauppa. Myös kuluttajien osuus, kuten ostosmatkat ja ruoan säilyttäminen ja -laitto sekä pakkausjätteen synty ja sen hyödyntäminen voidaan sisällyttää elinkaariarviointiin. (Japa ry; Katajajuuri 2008; Suomen ympäristöopisto SYKLI.)



Kuva 3. Tuotteen elinkaarivaiheita. (Grönroos & Manninen 2012).

Elintarvikkeiden ympäristövaikutukset syntyvät elintarviketyypistä riippuen ketjun eri osissa. Maataloustuotannon, ruoan kypsennyksen ja ostosmatkan osuudet ovat usein suhteellisen suuria ympäristövaikutuksen aiheuttajia. Myös kaupan osuus elintarvikeketjun ympäristövaikutuksista on suurehko kylmä- ja pakastesäilytysten osalta. Elintarviketeollisuuden osuus ympäristövaikutuksista vaihtelee suuresti tuotteen jalostusasteesta riippuen. Sen sijaan pakkauksen valmistuksen ja ketjun sisältämien kuljetusten osuus kaikista ympäristövaikutuksista on yleisesti ottaen suhteellisen pieni. Useimpien tutkittujen elintarvikkeiden pakkauksen valmistuksen osuus kokonaisympäristövaikutuksista on puolesta prosentista kahteen prosenttiin. Elintarvikkeista syntyvät ympäristövaikutukset ilmenevät etenkin vesien rehevöitymisessä ja ilmastonmuutoksessa. Lisäksi eläin-pohjaiset tuotteet aiheuttavat myös happamoitumista. Elintarvikealalla on suuri merkitys luonnon monimuotoisuuteen sekä torjunta-aineiden kannalta myös ekotoksisuuteen. (Katajajuuri 2008.)

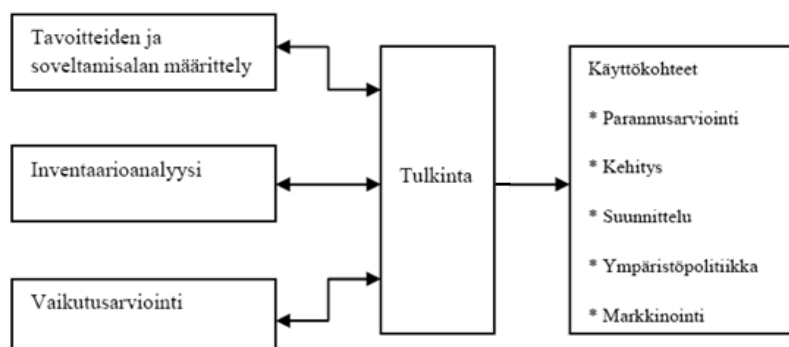
Standardisarjassa ISO 14040 esitetään ohjeet elinkaariarvioinnin laatimiseksi. Sarjaan kuuluu viisi elinkaariarviointia käsittelevää standardia:

- ISO 14040:2006 Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet.
- ISO 14044:2006 Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja.
- ISO /TR 14047 Environmental management. Life cycle impact assessment.
- ISO/TS 14048 2002 Environmental management. Life cycle assessment. Data documentation format.
- ISO/TR 14049:2000: Environmental management. Life cycle assessment. Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis.

Standardi ISO 14040 esittelee elinkaariarvioinnin pääpiirteet ja periaatteet. Standardi ISO 14044 määrittelee elinkaariarvioinnin vaatimukset ja opastaa esimerkiksi tavoitteiden ja soveltamisalan määrittelyssä, inventaariotekemisessä ja vaikutusarvioinnissa. Standardit ISO/TR 14047 ja ISO/TR 14049 ovat teknisiä raportteja, joiden tarkoituksena on selventää standardien ISO 14040:n ja ISO 14044:n soveltamista esimerkkien avulla. Standardissa ISO/TS 14048 on esitetty yleiset kehykset ja vaatimukset inventaariotietojen raportoimiseen. Kolme viimeiseksi mainittua standardia ovat saatavilla ainoastaan englanninkielisinä. Seuraavassa on kuvaus standardin SFS-EN ISO 14040 mukaisesta elinkaariarvioinnista.

Elinkaariarviointia voidaan käyttää muun muassa tuotantoprosessien optimointiin päästöjen, materiaalin ja energiankulutuksen vähentämiseksi, tuotteiden ja prosessien suunnittelua varten, logistiikan optimointiin sekä tuotteiden ja palveluiden vertailuun. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040 2006.)

Elinkaariarviointi käsittää neljä vaihetta, joita ovat tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, inventaarioanalyysi, vaikutusarviointi ja tulkinta. SFS-EN ISO 14040 standardin mukaiset elinkaariarvioinnin vaiheet on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Elinkaariarvioinnin vaiheet. (muokattu lähteestä Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040 2006.)

Elinkaariarvioinnin ensimmäisessä vaiheessa määritellään tavoitteet ja soveltamisala. Vaiheessa esitetään elinkaariarvioinnin käyttötarkoitus, syyt selvityksen tekemiseen sekä tulosten käyttötarkoitus. Lisäksi määritellään tutkittavan tuotejärjestelmän tai –järjestelmien toiminnot, toiminnallinen yksikkö, järjestelmän rajat, allokointimenettelyt, vaikutuslajit sekä vaikutusarvioinnissa ja tulkinnassa käytettävät menetelmät. Toiminnallinen yksikkö on tutkittavan järjestelmän määrällinen mittaussyksikkö. Sen tarkoituksena on antaa vertailuysikkö, johon syötteitä ja tuotoksia suhteutetaan. Toiminnallisen yksikön avulla elinkaariarvioinnin tuloksia voidaan vertailla, jos vertailtavien järjestelmien rajaukset ja laskentaperusteet ovat samanlaiset. Järjestelmän rajoilla määritellään elinkaariarviointiin otettavat yksikköprosessit. Yleensä tutkittava järjestelmä rajataan siten, että syötteet ja tuotokset sen rajoilla ovat perusvirtoja. Perusvirroilla tarkoitetaan järjestelmään ympäristöstä tulevaa sekä järjestelmästä ympäristöön lähtevää materiaalia ja energiaa. Elinkaariarviointiin tulisi sisällyttää pääprosessiketjun syötteet ja tuotokset, prosessijätteiden ja hylättyjen tuotteiden käsittely, logistiikka, polttoaineiden, sähkön ja lämmön tuotanto sekä käyttö, tuotteen käyttö ja kunnossapito sekä käytettyjen tuotteiden hyödyntäminen tai hävittäminen. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040 2006.)

Toisessa vaiheessa tehdään inventaarioanalyysi (eng. life cycle inventory analysis, LCI), jossa selvitetään järjestelmän syöte- ja tuotostietojen inventaario. Siihen sisältyy tiedon keruu ja menettelytavat, joilla tuotejärjestelmän syötteet ja tuotokset saadaan määrälliseen muotoon. Inventaarioanalyysi sisältää tiedot tuotteen koko elinkaaren aikaisista päästöistä sekä raaka-aineiden ja energian tarpeesta. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040 2006.)

Kolmannessa vaiheessa tehdään vaikutusarviointi (eng. life cycle impact assessment, LCIA), jonka tarkoituksena arvioida mahdollisten ympäristövaikutusten merkittävyyttä inventaarioanalyysin tulosten avulla. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040 2006.)

SFS-EN ISO 14044 mukaan vaikutusarvioinnin pakolliset osat ovat:

- vaikutusluokkien, vaikutusluokkaindikaattorien ja karakterisointimallien valinta
- luokittelu
- karakterisointi

Lisäksi vaikutusarviointiin voidaan sisällyttää:

- normalisointi
- ryhmittely
- painotus
- lähtötiedon laadun analysointi

Luokitteluvaiheessa inventaarioanalyysin tiedot eli ympäristöä kuormittavat tekijät, kuten CO<sub>2</sub> ja SO<sub>2</sub>, sijoitetaan vaikutusluokkiin. Vaikutusluokkia voivat olla esimerkiksi ilmastonmuutos, happamoituminen ja rehevöityminen. Karakterisoinnilla tarkoitetaan tiettyyn vaikutusluokkaan vaikuttavien päästöjen yhteismitallistamista haitallisuuden perusteella. Norma-

lisoinnilla tarkoitetaan karakterisointitulosten suhteuttamista suurempaan kokonaisuuteen eli suuremman alueen karakterisoituun tulokseen. Tällöin saadaan selville onko vaikutuksella pieni vai suuri merkitys suuremmassa asiayhteydessä. Ryhmittelyn tarkoituksena on vaikutusluokkien lajittelu ja mahdollinen tärkeysjärjestykseen asettaminen. Painotuksella voidaan kaikkien vaikutusluokkien normalisoidut tulokset yhdistää yhdeksi vaikutusindikaattoriksi. (Antikainen 2010; Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040 2006; Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14044 2006.)

Vaikutusarvioinnista on olemassa erilaisia menetelmiä. Menetelmät eroavat toisistaan muun muassa lähestymistapansa, tarkasteluun sisältyvien ympäristövaikutusten, normalisointitekijöiden ja painokertoimien osalta.

Vaikutusarviointimenetelmiä ovat esimerkiksi:

- DAIA (Decision Analysis Impact Assessment), suomalainen malli
- Eco-indicator 99, hollantilainen malli
- EPS 2000, ruotsalainen malli

(Antikainen 2010.)

Elinkaariarvioinnin viimeinen vaihe on tulosten tulkinta. Vaiheeseen kuuluu inventaarioanalyysin ja vaikutusarvioinnin tulosten tarkastelu tavoitteissa ja soveltamisalassa määritellyllä tavalla. Tulosten tulkinnan tarkoituksena on saada aikaan johtopäätöksiä ja suosituksia. Lopuksi elinkaariarvioinnin tulokset raportoidaan soveltamisalavaiheessa määritellyllä tavalla. (Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040 2006.)

Tuotteiden elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten havainnollistamiseksi on kehitetty erilaisia mittareita ja työkaluja. Näitä ovat muun muassa mittatikku, ekologinen selkäreppu, ekologinen jalanjälki ja MIPS. Ne auttavat tavallista kuluttajaa ymmärtämään ja havainnollistamaan tuotteiden elinkaaren aikaisia ympäristövaikutuksia. (Japa ry; Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

#### 4.1.2 Ekologinen jalanjälki

Ekologinen jalanjälki on mittari, joka kertoo kuinka paljon maata tarvitaan elintasomme ylläpitämiseen ja kuinka paljon maata tarvitaan tuottamaan käyttämämme ravinto, energia ja materiaalit. Ekologinen jalanjälki huomioi myös sen maa-alan, joka tarvitaan syntyneiden jätteiden käsittelyyn. Ekologisen jalanjäljen yksikkönä käytetään hehtaaria (ha) tai globaalihehtaaria (gha). Globaalihehtaari tarkoittaa hehtaarin kokoista aluetta, jonka biologinen tuottavuus vastaa maailmanlaajuista keskiarvoa. Ekologisen jalanjäljen avulla voidaan tutkia yksittäisten kuluttajien, hyödykkeiden, palveluiden, yritysten, alueiden ja kansojen kulutuksen kestävyyttä. WWF:n mukaan ihmiskunnan ekologinen jalanjälki ylittää maapallon kantokyvyn jo 50 prosentilla. (Living Planet 2012; Vihreä polku.info.)

Uusimman WWF:n Living Planet –raportin (2012) mukaan Suomen ekologinen jalanjälki on maailman 11. suurin. Suomalaisen ekologinen jalanjälki on 6,2 gha. Suurin luonnonvarojen kuluttaja on Qatar, jonka ekologinen jalanjälki henkilöä kohden on 11 gha. Maailmanlaajuinen keskimää-

räinen ekologinen jalanjälki on 2,7 gha henkilöä kohden. Vuonna 2006 julkaistussa raportissa Suomen ekologinen jalanjälki oli maailman kolmanneksi suurin heti Yhdistyneiden Arabiemiirikuntien ja Yhdysvaltojen jälkeen. Suomen sijoitusta on parantanut muutos mittaustavassa. Uuden mittaustavan mukaan ydinvoimaloiden hiilijalanjälki määritettiin nollassa. Aiemmin niille laskettiin sama jalanjälki kuin vastaavan kokoisille hiilivoimaloille. Suomen luonnonvarojen kulutus ei siis ole vähentynyt. (Living Planet Report 2012; Living Planet Report 2006.)

#### 4.1.3 Hiilijalanjälki

Hiilijalanjälki on ilmastovaikutuksiin keskittynyt elinkaariarviointi. Se määrittelee tuotteen tai toiminnan aiheuttaman ilmastokuorman eli sen kuinka paljon koko tuotantoketjussa on syntynyt kasvihuonekaasuja. Hiilijalanjäljen mittarina käytetään hiilidioksidiekvivalenttia (kg CO<sub>2</sub>-ekv/kg tuote). (Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Elintarvikkeiden hiilidioksidipäästöistä suurimman osan muodostaa raaka-aineiden kuten kauran, vehnän ja rypsin viljely. Viljelyssä päästöjä syntyy kylvöstä, kalkituksesta, lannoituksesta, kasvinsuojeluaineiden käytöstä, kuivaamisesta sekä koneiden käytöstä tiloilla. Valmistusvaiheen päästöt syntyvät elintarvikkeiden jalostuksesta raaka-aineista tuotteeksi. Pakkausvaiheessa päästöt syntyvät pakkausmateriaaleista, pakkauksen valmistamisesta sekä kuljetuksista tehtaalte. Jakelun hiilidioksidipäästöt syntyvät raaka-aineiden kuljetuksista tehtaalte ja valmiiden tuotteiden kuljetuksesta kaupan varastoon. (Raisio Oyj.)

Suomalaisista yrityksistä muun muassa Raisio on lisännyt pakkauksiin hiilijalanjäljestä kertovan merkin, CO<sub>2</sub>e. Raisio käyttää hiilidioksidiekvivalenttia kuvaamaan kasvihuonekaasujen yhteenlaskettua ilmastoa lämmitävää vaikutusta. CO<sub>2</sub>e –merkki kertoo ilmakehään vapautuneen hiilidioksidin määrän tuotteen tuotantoketjussa pellolta kaupan varastoon. Raisio ilmoittaa tuotteiden hiilijalanjäljen 100 g tuotetta kohden. Esimerkiksi Elovena-kaurahiutale (1 kg) –pakkauksen hiilijalanjälki on 80 g CO<sub>2</sub>e/100 g ja vastaavasti Elovena Hetki Annospikapuuro Kaura & Kuitu (480 g) –tuotteen hiilijalanjälki on 170 g CO<sub>2</sub>e/100 g. (Raisio Oyj.) Taulukossa 1 on esitetty arvioita eri ruoka-aineiden ilmastovaikutuksista.



Taulukko 1. Arvioita ruoka-aineiden ilmastovaikutuksista. (Muokattu lähteestä Ilmastopas.fi).

Ruoka-aine	Ilmastovaikutus (kg CO <sub>2</sub> -ekv/kg)
Naudanliha	15
Sika	5
Broileri	4
Kala	1,5
Juusto	13
Kananmuna	2,5
Kasviöljy	3
Sokeri	1,1
Riisi	5
Ruisleipä	1,3
Kuiva papu	0,7
Marjat, vihannekset, peruna	0,2
Tomaatti, kurkku (kasvihuone talvella)	5

#### 4.1.4 Vesijalanjälki

Vesijalanjälki kertoo tuotteen tai palvelun tuottamiseen tarvittavan veden määrän. Vesijalanjälkeen lasketaan kaikki vesi, joka on sitoutunut raaka-aineiden tuotantoon ja kulutettu esimerkiksi viljelyyn, teollisuuden prosesseissa ja tuotteiden valmistukseen. Mitä jalostetumpi tuote on, sitä enemmän siihen on tarvittu vettä. (Bionova Consulting 2010; Edu.fi 2011.)

Vesijalanjälki ilmaisee vesimäärän lisäksi myös alueen, jossa vesi on käytetty. Vesijalanjälki jaetaan kolmeen kategoriaan, joita ovat sininen, vihreä ja harmaa. Sinisellä jalanjäljellä kuvataan sitä makean veden määrää, joka on tarvittu suoraan tai epäsuorasti tuotteen tai palvelun tuottamiseen. Vihreä jalanjälki kuvaa vastaavaa sadeveden määrää. Harmaalla jalanjäljellä kuvataan sitä veden määrää, joka tarvitaan laimentamaan tuotteiden tai palveluiden tuotannossa muodostuneet saasteet siten, että veden laatu saavuttaa hyväksyttävät veden laadun raja-arvot. (Väisänen 2009.)

Arvioiden mukaan 0,7 – 2,8 miljardia ihmistä elää alueilla, joiden vesivarat ovat niukat ja YK:n arvion mukaan vuonna 2025 kaksi kolmannesta maailman väestöstä kärsii vesipulasta. Vuoteen 2030 mennessä maailman vedentarpeen ennustetaan kasvavan nykyisestä 4500 miljardista kuutiometristä 6900 miljardiin. Luku on 40 prosenttia enemmän kuin mitä vesivaroista on saatavilla. Kasvipainotteisella ruokavaliolla ja eettisellä kuluttamisella voidaan vaikuttaa vesijalanjäljen pienentämiseen. (Kärki 2012; Raisio Oyj.)

Maailman vesivaroista ainoastaan yksi prosentti on juomavedeksi ja viljelyyn sopivaa makeaa vettä. Tästä noin 70 prosenttia käytetään maatalouden tarpeisiin kasteluna. Suomalaisen vesijalanjälki on 4700 litraa vettä päivässä henkilöä kohden. Vuodessa se tekee 1727 m<sup>3</sup> vettä henkilöä kohden. Maailmanlaajuinen keskimääräinen vesijalanjälki henkilöä kohti

vuodessa on 1243 m<sup>3</sup>. Kiinalaisten vesijalanjälki on maailman pienimpiä, noin 702 m<sup>3</sup>, ja yhdysvaltalaisien maailman suurin, noin 2483 m<sup>3</sup> vettä henkilöä kohden vuodessa. Suomalaisten vesijalanjäljestä 80 prosenttia syntyy maataloustuotteiden tuotannon vedenkulutuksesta. Suurimmat kuluttajat ovat lihantuotanto (24 %) ja maitotuotteet (15 %). Suomalaisten vesijalanjäljestä yli 40 prosenttia syntyy ulkomailla. (Edu.fi 2011; Kärki 2012; Raisio Oyj.) Taulukossa 2 on esitetty arvioita eri elintarvikkeiden vesijalanjäljistä.

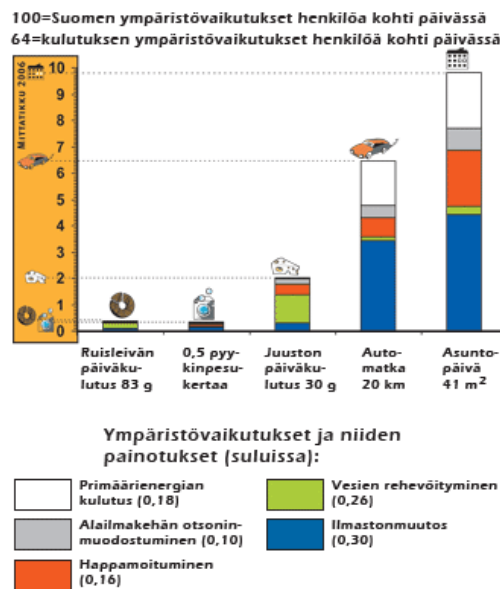
Taulukko 2. Arviot elintarvikkeiden vesijalanjäljistä. (Muokattu lähteestä Water for food 2008).

Elintarvike	Yksikkö	Maailmanlaajuinen vesijalanjäljen keskiarvo (litra)
Appelsiini	1 kg	460
Omena tai päärynä	1 kg	700
Banaani	1 kg	860
Persikka	1 kg	1 200
Mango	1 kg	1 600
Oliivit	1 kg	4 400
Salaatti	1 kg	130
Tomaatti	1 kg	180
Kaali	1 kg	200
Kurkku	1 kg	240
Peruna	1 kg	250
Maissi	1 kg	900
Riisi	1 kg	3 400
Maapähkinä	1 kg	3 100
Sokeri	1 kg	1 500
Suklaa	1 kg	24 000
Leipä (vehnästä)	1 kg	1 300
Juusto	1 kg	5 000
Sika	1 kg	4 800
Kana	1 kg	3 900
Naudanliha	1 kg	15 500
Tee	250 ml	30
Olut (ohrasta)	250 ml	75
Viini	125 ml	120
Kahvi	125 ml	140
Maito	250 ml	250

#### 4.1.5 Mittatikku

Suomen ympäristökeskus (SYKE) on kehittänyt Mittatikku-työkalun (kuva 5) elinkaaritulosten havainnollistamiseksi tavallisille kuluttajille. Mittatikulla pystytään havainnollistamaan tuotteiden ja palveluiden ympäristövaikutuksia. Tuotteiden ympäristövaikutukset lasketaan elinkaariarvioinnin (LCA) avulla ja mittatikulla voidaan vertailla havainnollisella tavalla esimerkiksi kahden tuotteen erilaisia ympäristövaikutuksia, kuten naudanlihapihvin korvaaminen broilerifileellä. Mittatikon avulla voidaan myös arvioida sitä, missä vaiheessa tuotteen suurimmat ympäristövaikutukset syntyvät. Sen avulla kuluttaja pystyy selvittämään mitkä tuotteet ja valintatilanteet ovat ympäristön kannalta tärkeitä ja mitkä kulutusvaihtoehdot ovat lopulta ympäristön kannalta parhaita. (Katajajuuri & Nissinen 2008; Suomen ympäristökeskus 2009, Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Mittatikkussa on otettu huomioon viisi keskeistä ympäristövaikutusta, joita ovat primäärienergiankulutus, alailmakehän otsonin muodostuminen, happamoituminen, vesien rehevöityminen sekä ilmastonmuutos. Ympäristövaikutukset on painotettu niiden tärkeyden mukaan. Mittatikkun mitta-asteikko perustuu henkilöä ja päivää kohti laskettuun ympäristövaikutukseen, jolle annetaan arvo 100. Ympäristövaikutukset lasketaan vuosittaisista päästöistä ja energiankulutuksesta Suomessa. (Suomen ympäristökeskus 2007; Suomen ympäristökeskus 2009.)



Kuva 5. Mittatikku. (Suomen ympäristökeskus 2009).

#### 4.1.6 Ekologinen selkäreppu

Ekologinen selkäreppu kertoo kiloina luonnonvarojen määrän, jonka tuote on koko elinkaarensa aikana kuluttanut. Ekologisen selkärepun kuvaamiseen käytetään TMR-lukua. Lyhenne TMR tulee sanoista Total Material Requirement eli suomeksi luonnonvarojen kokonaiskäyttö. Ekologinen selkäreppu sisältää siis luonnonvarojen piilovirrat eli materiaalmäärän, joka ei ole mukana tuotteessa, mutta jonka tuotteen aikaansaaminen, käyttö ja jätehuolto ovat kuluttaneet jossain vaiheessa jossain päin maailmaa. Mitä kevyempi ekologinen selkäreppu on, sitä vähemmän luonnonvaroja tuotteen valmistukseen on kulunut. Suomalaisen keskimääräinen ekologinen selkäreppu on noin 1500 kiloa viikossa. Elintarvikkeista muodostuu suomalaiselle noin 6 tonnin ekologinen selkäreppu vuosittain. Ruokavaliosta riippuen erot luonnonvarojen kulutuksessa voivat olla hyvinkin suuria, noin 1300 kilosta 16000 kiloon vuodessa. Kasvispainotteisella ruokavaliolla pystytään säästämään luonnonvaroja ja siten pienentämään ekologista selkäreppua. (Katajajuuri 2008; Kinnunen, Koski & Lettenmeier 2004; Suomen luonnonsuojeluliitto a; Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Ekologinen selkäreppu jaetaan viiteen luonnonvaraluokkaan:

- Abioottiset (uusiutumattomat) raaka-aineet
- Bioottiset (uusiutuvat) raaka-aineet
- Maa-aines
- Vesi
- Ilma

Abioottiseen luokkaan kuuluvat muun muassa fossiiliset polttoaineet, bioottiseen luokkaan esimerkiksi kasvien biomassaa ja maa-ainesluokkaan se määrä maaperää, joka on eroosion vuoksi kulunut. Vesiluokka sisältää ihmisen luonnosta ottaman vesimäärän. Ilmaluokassa on polttamisessa ja erilaisissa kemiallis-fysikaalisissa reaktioissa kulunut ilma. Eri luokat havainnollistavat sitä, millaisia erilaisia ympäristövaikutuksia tuotteilla voi olla. Laskettaessa ekologista selkäreppua huomioidaan kaikkien eri luokkien paino. Kuvassa 6 esitetään eri tuoteryhmien TMR- ja MIPS-arvoja. (Suomen luonnonsuojeluliitto a.)

Tuoteryhmä	MIPS-arvot						
	TMR (kg/kg)	abiottinen (kg/kg)	bioottinen (kg/kg)	vesi (kg/kg)	ilma (kg/kg)	eroosio (kg/kg)	maaperä (kg/kg)
maito	4	1,1	3,0	31	0,094	0,31	274
voi	38	9,8	25	208	0,67	2,6	2329
levitteet, soijaöljy	29	7,6	19	162	0,7	2,0	1783
levitteet, rypsiöljy	30	8,3	20	168	0,557	2,2	1927
juusto	43	11	29	260	1,1	3,0	2675
naudanliha	46	12	31	439	0,99	3,2	2839
sianliha	21	8,3	10	240	1,9	2,8	2434
kalanliha (kirjolohi)	8	2,8	4,7	271	0,83	0,17	148
siipikarjanliha (broileri)	13	7,0	4,6	228	1,5	1,2	1088
kananmunat	11	5,7	4,0	141	1,0	1,1	942
soija	3	1,3	1,4	157	0,92	0,35	310
olut	2	1,5	0,31	280	0,51	0,085	75
ruokaperuna	2	0,29	1,7	52	0,016	0,080	71
sokeri	5	3,1	1,6	24	0,8	0,38	336
vehnäleipä	3	1,1	1,3	20	0,14	0,35	308
ruisleipä	3	1,6	0,8	111	0,21	0,29	259
sekaleipä	3	1,3	1,1	99	0,21	0,34	304
ohraleipä	3	1,1	1,4	21	0,15	0,39	341
tomaatti	9	8	1	793	4	0,006	36
kurkku (ka)	8	7	1	570	4	0,004	25
kurkku (ympäri vuotinen)	15	14	1,4	2481	7,0	0,002	11
omena	2	1	1	7	0,01	0,32	93
lakka	3	2	1	17	0,2	0	0
mansikka	3	1	1	17	0,2	0,63	555

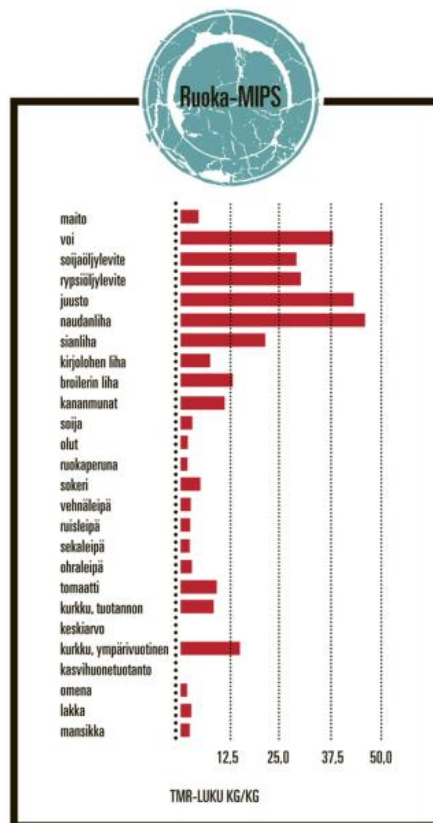
Kuva 6. Eri tuoteryhmien ekologinen selkäreppu TMR- ja MIPS-lukuina ilmoitettuna. (Suomen luonnonsuojeluliitto a.)

#### 4.1.7 MIPS (Material Input per Service Unit)

MIPS on Wuppertal-instituutissa kehitetty ekotehokkuuden mittari. MIPS-luku ilmaisee kuinka paljon luonnonvaroja käytetään kaikkiaan tietyn hyödyn, palvelun tai tuotteen tuottamiseen palvelusuoritetta kohti. Käytännössä se siis tarkoittaa luonnonvarojen kulutusta esimerkiksi kahvimu-kin käyttökertaa tai pestyä pyykkikoneellista kohden. Mitä kauemmin tai enemmän yhtä tuotetta käytetään, sitä ekotehokkaampaa se on. Yksinkertaistetusti voidaan siis sanoa, että MIPS on tuotteen ekologinen selkäreppu jaettuna käyttökertojen määrällä eli  $MI = TMR/palvelusuorite$ . (Kinnunen ym. 2004; Japa ry; Suomen ympäristöopisto SYKLI.)

Pelkän ekologisen selkäreppun painon perusteella ei voida vertailla tuotteen ekotehokkuutta. Tarvitaan myös MIPS-käsitettä, joka huomioi luonnonvarojen kulutuksen lisäksi sen, kuinka kauan tai paljon tuotetta käytetään. MIPS pienenee sitä mukaan, mitä enemmän tuotetta käytetään ja samalla

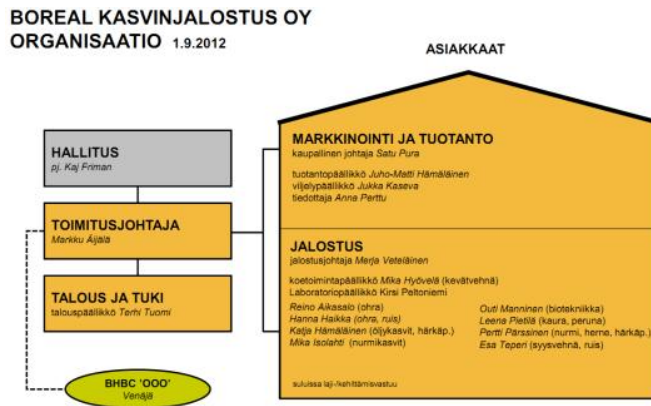
ekotehokkuus lisääntyy. Kuvassa 7 on esitetty eri ruoka-aineiden MIPS-arvoja. (Japa ry; Suomen ympäristöopisto SYKLI.)



Kuva 7. Ruoka-aineiden MIPS-arvoja. (Suomen luonnonsuojeluliitto b).

## 5 ORGANISAATION TEHTÄVIEN KUVAUS

Boreal Kasvinjalostus Oy:n toiminta voidaan jakaa jalostukseen ja myyntiin. Myyntiin kuuluvia toimintoja ovat markkinointi ja tuotanto. Jalostukseen kuuluvat koetoiminta ja itse jalostus. Koetoiminta voidaan jakaa vielä laboratorioihin, kenttäkoetoimintaan, siemenhalliin sekä kasvihuoneeseen. Borealin organisaatio on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. Boreal Kasvinjalostus Oy:n organisaatio.

### 5.1 Markkinointi ja tuotanto

Markkinoinnin tehtävänä on tehdä lisenssisopimuksia kehitetyistä lajikkeista siemenliikkeiden kanssa, jotka tuottavat sertifioitua siementä ja myyvät sitä viljelijöille. Päämarkkina-alueena on Suomi, mutta tärkeimpiä viennin kohdealueita ovat Ruotsi, Baltian maat sekä Venäjä.

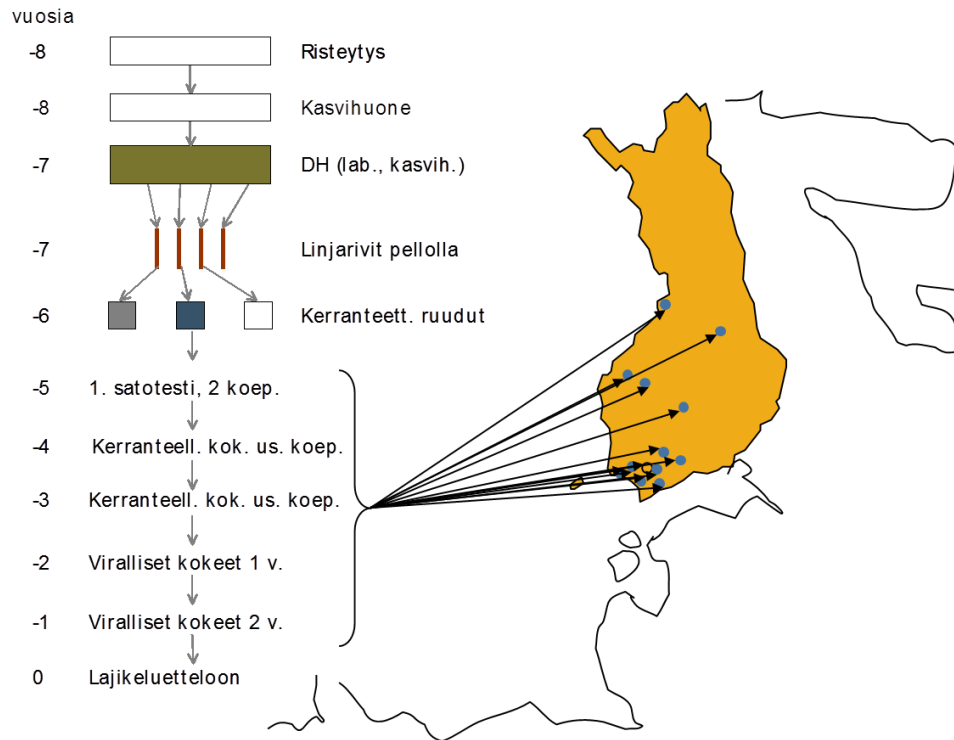
Tuotannon toimintaan kuuluu kantasiemenenerien ylläpitäminen ja korkeampien siemenluokkien tuottaminen käyttämällä sopimusviljelijöitä sekä siementavaran kunnostus. Tuotanto ottaa vastaan sopimusviljelijöiltä tulevan siemensadon ja kunnostaa sen. Siemensato esipuhdistetaan, punnitaan, lajitellaan ja peitataan. Tämän jälkeen siemenet säkitetään ja varastoidaan. Varastoista säkitetty siementavara lastataan vietäväksi siemenliikkeille myytäväksi. Borealilla on sopimusviljelijöitä vuosittain 35 – 40. Siementuotantoa, kunnostusta ja kauppaa säädellään tarkasti siemenkauppalailla, jonka toteutumista valvoo Evira.

### 5.2 Jalostus

Boreal Kasvinjalostus Oy:ssä toimii jalostusjohtajan lisäksi koetoiminta- ja laboratoriopäälliköt sekä kahdeksan jalostajaa. Jalostajien tehtävänä on jalostusohjelmien suunnittelu, seuranta ja tulosten laskenta sekä analysointi. Jalostajat päivittävät ja täydentävät jalostusohjelmia markkinoiden tarpeiden mukaan. Borealin jalostusohjelmat kattavat kaikki tärkeimmät Suomessa viljeltävät peltokasvilajit.

Jalostaja tekee vuosittain jalostustavoitteiden mukaisen risteytysuunnitelman, jonka tavoitteena on tuottaa geneettisesti muuntelevaa materiaalia. Monivuotisella kenttäkoetestauksella valitaan jatkoon parhaat jalostus lin-

jat sekä testataan niiden viljely- ja laatuominaisuudet. Parhaat linjat vie-  
dään kaksivuotiseen viralliseen lajikekokeeseen. MMM:n alainen kasvila-  
jikelautakunta hyväksyy jalostajan hakemuksesta kasvilajikeluetteloon sel-  
laiset lajikkeet, jotka tuovat lisäarvoa jo markkinoilla oleviin lajikkeisiin  
nähdessä. Lajikkeen siementä voi tuottaa ja myydä vasta kun se on hyväk-  
sytty kasvilajikeluettelo. Kuvassa 9 kuvataan jalostusprosessi.



Kuva 9. Jalostusprosessi.

### 5.3 Koetoiminta

Boreal Kasvinjalostus Oy:ssä testataan kaikki lajikkeet riittävän usean vuoden ajan. Ennen virallisia lajikekokeita Borealin lajikkeet ovat omissa jalostajankokeissa, joita jatketaan samaan aikaan virallisten lajikekokeiden kanssa. Ennen virallisia lajikekokeita Borealin jalostuslinjat käyvät läpi tiukan seulan, joka koostuu suunnitelmallisista, useita vuosia kestävästä kenttäkokeista ja laboratorioanalyysistä. Vuosittain koeruuduilla tehdään karsintaa ja vain parhaat linjat jatkavat kokeissa seuraavaan vuoteen. Borealin testausverkko kattaa koko Suomen ja koeruutujen määrä on vuosittain kymmeniä tuhansia. Kokeita tehdään sekä yksityisten viljelijöiden pelloilla että MTT:n tutkimusasemien koekentillä. Jalostuslinjat testataan tavoitelajikkeittain määritellyillä viljelyvyöhykkeillä ja kasvuolosuhteissa. Kattava koetoiminta varmistaa tulosten luotettavuuden ja parhaat lajikkeet eri alueille ja käyttötarkoituksiin. Koetoiminnan rooli on toteuttaa jalostajien suunnittelemat jalostusaineistojen kenttäkokeet sekä hoitaa talvikaudella koeruutustojen analysointi.

### 5.3.1 Laboratoriot

Boreal Kasvinjalostus Oy:llä on laatu- ja solukkolaboratoriot sekä genomiikan laboratorio. Laboratoriotoiminnon tavoitteena on analysoida jalostusaineiston laatu sekä nopeuttaa uusien lajikkeiden jalostamista.

Genomiikan laboratoriossa käytetään bioteknologian menetelmiä jalostuksen apuna. Laboratoriossa tuotetaan tietoa jalostuksen tarpeisiin muun muassa fingerprint-menetelmällä. Sen avulla pystytään kasvin DNA-sormenjäljestä mittaamaan kasvien geneettistä etäisyyttä, jota jalostaja tulkitsee ja käyttää esimerkiksi risteytysvanhempien valintaan sekä takaisinristeytysohjelmassa. Lisäksi käytetään geenimerkkejä muun muassa erilaisten haitta geenien tunnistamiseen ja karsimiseen jalostusaineistosta.

Laatulaboratorion toimenkuvaan kuuluvat lajikkeiden laadulliset määritykset. Laatulaboratoriossa suoritettavia laatuanalyyssejä ovat sadon peruslaatu, rehulaatu, mallastuslaatu, leivontalaatu sekä muut elintarvikelaatua määrittävät analyysit kuten rasvahappojen ja öljyprosentin määrittäminen. Laatuanalytiikan tavoite jalostusohjelmissa on analysoida lajikkeiden kilpailukykyyn vaikuttavat tekijät sekä analysoida linjojen genotyypistä johtuvat laatueroja. Lajikkeiden laatuavoitteet saadaan sadon käyttäjiltä kuten elintarvike- ja rehuteollisuudelta.

Solukkoviljelylaboratoriossa tuotetaan kaksoishaploidimenetelmällä (DH-menetelmä, Double Haploid) puhtaita linjoja ohrasta ja vehnästä jalostuksen tarpeisiin ja sen tavoitteena on perimältään identtisten kasviyksilöiden luominen. DH-kasvien tuotantoon kuuluvat kasvien kasvihuonekasvatukset, laboratorion solukkotyö, alustanvalmistukset sekä alkioiden ja versojen kasvatukset. Solukkoviljelyn käytöllä jalostusohjelmia voidaan nopeuttaa 4 – 5 vuodella.

### 5.3.2 Kenttä

Kentän toiminta käsittää pelloilla toteutetun koetoiminnan. Koekentillä on ruutukokeita, linjariviaineistoja, yksilökylvöjä, klooni-istutuksia, hillplotteja, kaukoeristyskokeita, eristyslisäyksiä ja lisäyksiä. Kenttä on kasvinjalostuksen osa, joka mittaa jalostusaineiston viljelyarvon. Kentällä jalostusaineisto etenee sukupolven eteenpäin. Fenotyyppiin perustuva ratkaiseva valintatyö tehdään joko suoraan kentän aineistosta tai saatujen koetulosten perusteella. Kentällä tapahtuvalla jalostusaineiston viljelyllä lisätään samalla siementä seuraavan vuoden laajempaa tarvetta varten. Kentän toimintaan liittyy myös lajikkeiden aitousarkastus, jonka tärkein työvaihe on luonnollisissa viljelyoloissa tapahtuva aitouden havainnointi. Aitousarkastuksella varmistetaan, että lajikkeet täyttävät uudelta lajikkeelta vaadittavat kriteerit, joita ovat erottuvuus muista lajikkeista, lajikkeen yhtenäisyys ja ominaisuuksien pysyvyys sukupolvesta toiseen.



### 5.3.3 Siemenhalli ja -varasto

Siemenhallin tiloihin kuuluvat varsinainen siemenhalli Borealin toimintakeskuksessa sekä siemenhallin työskentelyyn liittyvät aputilat. Aputiloja toimintakeskuksessa ovat kuivuri, peittaus/lajitteluhuone, siemenvaraston lavavarasto ja siemenvaraston siirtohyllävarasto. Puimalarakennuksessa sijaitsee ulkovarasto, jossa on lavavarasto lisäys- ja aitousaineistosadoille, turvavarasto puimattomille yksilö- ja rivisadoille sekä niiden puimala oheisine työhuoneineen.

Siemenhallissa lajitellaan ja kunnostetaan koeruuduilta saatu siementavara. Kunnostettavasta siementavarasta poistetaan roskat sekä pienet jyvät. Siementavarasta myös otetaan näytteet laatulaboratorion analyysia varten. Hallin toimintaan kuuluvat lisäksi kylvösuunnitelmien mukaiset järjestelyt kuten siementavaran punnitus, peittaus ja kylvöjärjestyksen tekeminen. Siemenhallissa kunnostetaan myös muualle Suomeen ja ulkomaille lähtevät kylvöt. Puimalassa käsitellään linjariviaineistot. Linjarivien siementavara lajitellaan ja kunnostetaan sekä tehdään kylvösuunnitelmien mukaiset järjestelyt.

Siemenvaraston toiminta kytkeytyy tiiviisti siemenhallin juoksevaan työhön. Siemenvarastossa varastoidaan lajikkeiden, numerolinjojen ja aitouslisäysten sadot.

### 5.3.4 Kasvihuone

Kasvihuoneen toiminnan tavoitteena on tuottaa uutta jalostusaineistoa risteytyksin ja nopeuttaa eri kasvilajien jalostusprosessia toteuttamalla kasvihuoneissa kontrolloiduissa ja säästä riippumattomissa oloissa eri kasvilajien jalostusohjelmien ensimmäiset vaiheet. Yhden vuoden aikana kasvihuoneessa voidaan kasvattaa jopa useita sukupolvia. Kasvihuoneella tehdään kasvien risteytykset, F1-sukupolven ja DH-kasvien kasvatukset sekä ohra-aineistojen kasvitautitestaukset. Satunnaisesti tehdään myös pieniä siemenlisäyksiä. Kasvihuoneen toimintaan kuuluvat myös nurmikasvien istutusaineistojen kylvöt ja taimikasvatukset sekä kloonien monistus ja ylläpito. Lisäksi tehdään perunan siementaimien kasvatuksia. Resistenssijalostuksesta kasvihuoneella tehdään resistenssijalostuksen risteytysohjelmien risteytyksiä sekä resistenssilähteiden ja risteytysjälkeläistojen tautitestauksia. Resistenssijalostuksen tarkoituksena on jalostaa sellaisia lajikkeita, joilla on vastustuskyky eli resistenssi esimerkiksi kasvitauteja ja tuholaisia vastaan.

Borealilla on käytössä neljä kasvihuonetta, joissa on yhteensä 28 osastoa. Näistä 12 kpl sijaitsee A-käytävällä, 6 kpl B-käytävällä, 6 kpl C-käytävällä ja 4 kpl D-käytävällä. Lisäksi on kevytrakenteisempi, ns. muovihuone (E-huone), jonka pinta-ala on 390 m<sup>2</sup>. E-huone on yksinomaan nurmikasvien käytössä. Kaikissa huoneissa on käytössä lämpötilan, valaistuksen sekä kastelun ja lannoituksen säätöautomaattikka. D-huoneissa on lisäksi mahdollisuus pakkaslämpötiloihin talvehtivien kasvilajien tarpeita vastaavasti. Kasvihuoneella kasvatukseen käytetään Kekkilän ruukutusseosta.

GM-aineistojen kasvatukseen hyväksytyt huoneet on luokiteltu. GM-jätteiden käsittelyä varten on autoklaavi, jolla GM-kasvatukseen käytetty multa sekä kasvitautisienten kasvatusalustat autoklavoidaan.

## 6 BOREAL KASVINJALOSTUS OY:N YMPÄRISTÖNÄKÖKOHDAT

Ympäristönäkökohta on yrityksen toiminto tai toiminnon osa, jolla on tai voi olla joko positiivisia tai negatiivisia vaikutuksia ympäristöön. Tällaisia asioita voivat olla esimerkiksi energiankulutus, jätteen syntyminen tai ympäristötietouden lisääntyminen. Ympäristövaikutuksella tarkoitetaan ympäristönäkökohdan aiheuttamaa muutosta ympäristössä, kuten veden saastumista tai luonnonvaran kulumista. ISO 14001 standardin mukaan yrityksen tulee tunnistaa toimintaansa liittyvät ympäristönäkökohdat ja niistä seuraavat ympäristövaikutukset. Ympäristöasioita voidaan kehittää ja hallita vasta sitten, kun yrityksen ympäristövaikutukset on kokonaisvaltaisesti tunnistettu. (Pesonen ym. 2001.)

Ympäristönäkökohtien kartoitus aloitetaan selvittämällä yrityksen toiminnot sekä prosessivaiheet. Kun yrityksen prosessikuvaus on tehty, tunnistetaan ympäristönäkökohdat eli kaikki ne yrityksen toiminnan kohdat, joilla voi olla vaikutuksia ympäristöön. Ympäristönäkökohtia kartoitettaessa otetaan huomioon yrityksen normaali käyttötila, poikkeustilat sekä mahdolliset hätätilanteet ja niistä seuraavat ympäristöriskit. (Pesonen ym. 2001.)

Boreal Kasvinjalostus Oy:n ympäristönäkökohtien tunnistaminen päätettiin selvittää eri toimintakokonaisuuksin, koska yrityksen toiminta käsittää erilaisia toimintaympäristöjä. Ympäristönäkökohtien tunnistaminen aloitettiin tutustumalla yrityksen eri toimintoihin haastatteleamalla yhtiön esimiehiä. Haastattelut suoritettiin tammikuusta maaliskuuhun 2012 ja niiden runko on liitteenä 1. Yhtiön kaikki eri toiminnot ja niihin liittyvät ympäristönäkökohdat käytiin läpi 1-2 tunnin mittaisessa haastattelussa, jossa mukana olivat yksikön esimies/esimiehet sekä ympäristöselvityksen tekijä. Haastattelujen perusteella määriteltiin ja kirjattiin toiminnon ympäristökohdat ja ympäristövaikutukset sekä arvotettiin ne E. Haikalan mallin mukaisesti. Ympäristönäkökohdat ja -vaikutukset taulukoitiin ja tulokset ovat nähtävillä liitteessä 2.

### 6.1 Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arvioinnin tavoitteena on erottaa ympäristönäkökohdista ne, joilla on merkittävimmät ympäristövaikutukset ja joihin yritys pystyy itse vaikuttamaan. Arvioinnin tarkoituksena on pyrkiä ehkäisemään tai vähentämään näitä vaikutuksia. Ympäristönäkökohtien tunnistaminen on jatkuva prosessi. Kun toiminnassa tapahtuu muutoksia, ympäristönäkökohdat täytyy tunnistaa ja arvottaa uudelleen. (Pesonen ym. 2001; Kela & Lumijärvi 2000.)

Ympäristövaikutusten arviointi tehtiin E. Haikalan mallin mukaisesti. Arvioinnissa otettiin huomioon neljä eri tekijää:

- A. Vaikutuksen laajuus
- B. Vaikutuksen vakavuus
- C. Vaikutuksen kesto
- D. Oma mahdollisuus vaikuttaa

Jokaista ympäristönäkökohtaa arvioidaan neljän eri merkitystekijän osalta asteikolla nollasta kolmeen. Arvioinnissa käytettiin seuraavia kriteerejä:

- A. 0 = Ei työsuojelullista vaikutusta
  - 1 = Lähinnä työsuojelullinen merkitys, joka rajoittuu tehdasalueelle
  - 2 = Vaikutuksen laajuus ulottuu tehdasalueen ulkopuolelle
  - 3 = Vaikutuksen laajuus ulottuu lähinaapuruston ulkopuolelle (< 1 km tehdasrajasta)
- B. 0 = Ei aiheuta tunnettuja (mitattavia) tai näkyviä vaikutuksia
  - 1 = Vaikutukset ovat havaittavissa, mutta selvästi alle suositusten (alle 50 % suosituksista)
  - 2 = Selviä myös ulkopuolisten havaitsemia vaikutuksia
  - 3 = Selvästi nähtäviä tai tiedossa olevia sekä mitattavia vaikutuksia
- C. 0 = alle 1 pvä
  - 1 = alle 1 kk
  - 2 = yli 1kk
  - 3 = kesto useita kuukausia tai ylittää uutiskynnyksen
- D. 0 = Ei vaikutuskeinoja tai vaikutusmahdollisuus alle 5 %
  - 1 = Vaikutusmahdollisuus 5-10 %
  - 2 = Vaikutusmahdollisuus 10-30 %
  - 3 = Vaikutusmahdollisuus yli 30 %

Kertomalla keskenään nämä neljä merkitystekijää (AxBxCxD) saadaan selville kyseisen ympäristönäkökohdan painoarvo, jota voidaan vertailla. Mitä suurempi tulo on, sitä merkittävämpi ympäristövaikutus on. Edellä esitettyä arvottamismenetelmää on käytetty pohjana tarkasteltaessa yrityksen ympäristövaikutuksia. Kunkin toiminnan kohdalta on mietitty ympäristönäkökohtia sekä niiden aiheuttamia muutoksia ympäristössä. Merkittävimmät ympäristövaikutukset huomioitiin ensisijaisesti ja niiden perusteella muodostettiin yrityksen ympäristötavoitteet.

Kasvihuoneella, tuotannossa sekä kentällä merkittävimäksi ympäristönäkökohdaksi todettiin energiankulutus. Laboratoriotyöskentelyn ja hallinnon merkittävin ympäristönäkökohta on jätteen syntyminen. Koko yrityksen toiminnan kannalta merkittävin ympäristönäkökohta on energiankulutus, jossa on myös suurin säästämisen mahdollisuus niin kulutuksen kuin rahallisenkin arvon kannalta.

#### 6.1.1 Energiankulutus

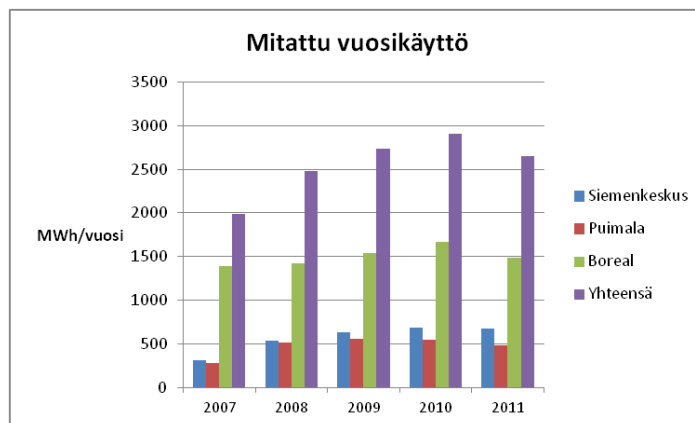
Ympäristövaikutusten arvioinnin perusteella toiminnasta syntyvät merkittävimmät ympäristövaikutukset liittyvät energiankulutukseen. Sähköenergiasta suurin osa kuluu kasvihuoneiden valaistukseen ja muutaman kasvihuoneen osalta myös lämmitykseen. Lämpöenergiasta suurin osa kuluu kasvihuoneiden lämmittämiseen sekä syksyisin viljojen kuivattamiseen. Boreal Kasvinjalostus Oy käyttää suurimmaksi osaksi vesienenergialla tuotettua sähköä sekä pääasiassa jyrsinpolttoturpeella ja metsähakkeella tuotettua kaukolämpöä. Kaukolämmön toimittaa Vapo Oy ja sähkön E.ON Kainuu.

Kiinteistön energiakulutuksesta aiheutuu sekä suoria että epäsuoria ympäristövaikutuksia. Suora ympäristövaikutus muodostuu kiinteistön kuluttaman energian määrästä. Epäsuoria ympäristövaikutuksia syntyy käytetyn energiamuodon tuotantoketjun eri vaiheissa, joita ovat muun muassa polttoaineiden hankinta ja jalostus sekä varsinainen energiantuotantoprosessi. Energiantuotannosta ja –siirrosta aiheutuvia ympäristövaikutuksia ovat muun muassa kasvihuonekaasupäästöt, happamoituminen ja jätteet. (Energiateollisuus.)

Kaukolämmön tuotannosta syntyvät ympäristövaikutukset ovat raaka-aineen polton aiheuttamat päästöt. Vapo Oy käyttää kaukolämmön tuottoon pääasiassa paikallisia polttoaineita, jotka on tuotettu lupaehtojen ja muiden ympäristövaateiden mukaisesti. Paikallisten polttoaineiden käyttö vähentää tuontien energian tarvetta ja kuljetusten päästöjä. (Vapo Oy.)

Vesienenergialla tuotetusta sähköstä ei synny päästöjä veteen, maaperään tai ilmaan, vaan ympäristövaikutukset johtuvat suurimmaksi osaksi padoista ja säännöstelyaltaista. Padot vaikeuttavat kalojen liikkumista, joka vaikuttaa puolestaan kalakantoihin. (Energiateollisuus.)

Boreal Kasvinjalostus Oy käyttää lämmitykseen kaukolämpöä, joka on pääsääntöisesti tuotettu jyrsinpolttoturpeella ja metsähakkeella. Vuonna 2011 kaukolämmön mitattu kokonaiskulutus oli 2651,1 MWh (kuvio 2). Vastaava lämpötilakorjattu vuosikäyttö oli 3068,2 MWh (kuvio 3). Lämpöenergiankulutus nousi edellisestä vuodesta 276 MWh. Tämä selittyy ainakin osittain sillä, että vuoden 2011 syksy oli erittäin sateinen, jolloin myös aineistojen kuivaukseen jouduttiin käyttämään enemmän lämpöenergiaa. Lisäksi talvi oli erittäin kylmä, jolloin lämmittämiseen kului enemmän energiaa.



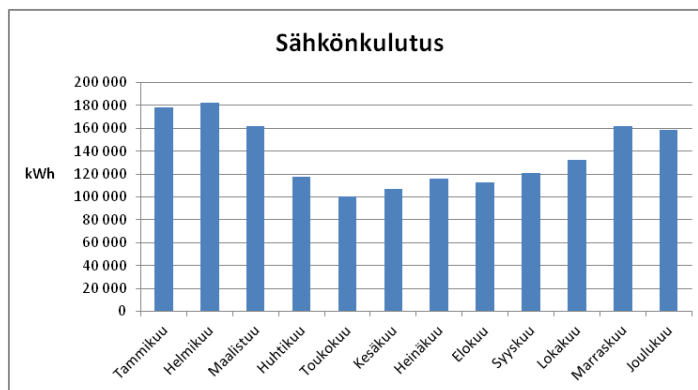
Kuvio 2. Energiankulutuksen vuosikäyttö vuosina 2007 – 2011.



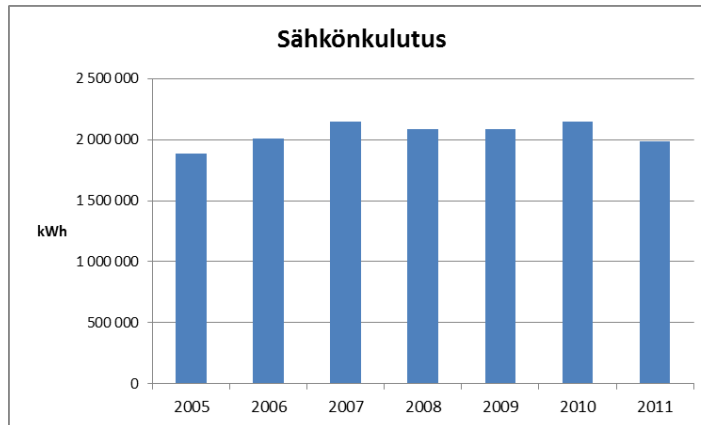
Kuvio 3. Energiankulutuksen lämpötilakorjattu vuosikäyttö vuosina 2007 – 2011.

Lämpötilakorjauksella eli sääkorjauksella eri vuosien lämmitysenergioista saadaan vertailukelpoisia keskenään ulkoilman lämpötilaeroista huolimatta. Korjaukseen tarvitaan normaalivuoden lämmitystarveluku, sääkorjattavan vuoden lämmitystarveluku sekä kiinteän kulutuksen osuus eli käyttöveden osuus vuoden kokonaiskulutuksesta. (Etelä-Savon Energia Oy 2012.)

Boreal Kasvinjalostus Oy:ssä käytetty sähkö on tuotettu pääasiassa vesienenergialla. Sähkönkulutus vuonna 2011 oli yhteensä 1985 MWh. Kuviossa 4 esitetty kuukausieritelty sähkönkulutus vuodelta 2011 ei sisällä MTT:n laskuttamaa sähköä. MTT:n laskuttama sähkö sisältyy koko vuoden yhteiskulutukseen. Kuvioista 4 nähdään, että sähkön kulutus on suurinta syys- ja talvikuukausina. Tämä selittyy sillä, että pimeimpään aikaan kasvihuoneilla tarvitaan valaistusta enemmän kuin kesäkuukausina. Lisäksi kasvihuoneiden B ja C lämmitykseen käytetään sähköä. Kuvioista 5 nähdään, että sähkön kulutus on laskenut edellisestä vuodesta reilulla 150 MWh:lla. Sähkön kulutuksen vähentyminen selittyy remonteilla ja opastamisella. Remonteissa ikkunoita on vaihdettu energiatehokkaampiin ja sekä seinien että kattojen eristyksiä uusittu ja eristemääriä lisätty nykypäivän suositusten tasolle sekä ilmanvaihtojärjestelmiä ja rakennusautomaatiikkaa on uusittu. Remonteista johtuen laboratorioissa ja toimistotiloissa ei enää tarvita sähköisiä lisälämmittimiä. Lisäksi laitteita on uusittu vähäkulutuksisempiin.



Kuvio 4. Sähkönkulutus vuonna 2011.



Kuvio 5. Sähkönkulutus vuosina 2005 - 2011

Energiankulutusta seurataan ja pyritään vähentämään. Borealin henkilökuntaa kannustetaan energian säästämiseen. Turhat valot pidetään pois päältä ja koneet ja laitteet sammutetaan heti käytön jälkeen. Lisäksi remonttien yhteydessä parannetaan energiatehokkuutta. Energian kulutuksessa huomioitavaa on se, että kasvihuoneiden lamput lämmittävät päällä ollessaan huoneiden ilmaa. Tällöin kasvihuoneiden ilma lämpiää liikaa, ja huoneita joudutaan tuulettamaan ja jäähdyttämään, jolloin energiatehokkuus kärsii.

#### 6.1.2 Vedenkulutus

Vedenkulutukseen liittyviä ympäristövaikutuksia ovat raakaveden hankinta ja puhdistus sekä jäteveden käsittely. Lisäksi veden pumppaamiseen ja lämmittämiseen kuluu energiaa. Boreal Kasvinjalostus Oy:n käyttämän veden toimittaa Jokioisten Vedenhankinta Oy. Yrityksen jäteveden käsittelystä huolehtii Jokioisten kunta.

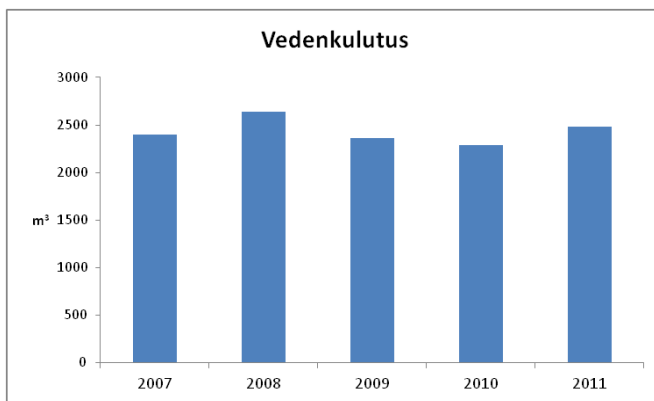
Jokioisten Vedenhankinta Oy:llä on kaksi vedenottamo. Särkilammen vedenottamo sijaitsee Särkilammen B pohjavesialueella ja Rehtijärven vedenottamo Särkilammen A pohjavesialueella. Kumpikin pohjavesialue sijaitsee I-luokan eli veden hankintaa varten tärkeällä pohjavesialueella. Särkilammen vedenottamon käyttönoton seurauksena pohjaveden purkautuminen on loppunut ja rantaimetyminen Loimijoesta Vieremän harjuun on lisääntynyt. Särkilampi B:n muodostumisalueen pinta-ala on 1,59 km<sup>2</sup>, jossa luonnollista pohjavettä muodostuu noin 1500 m<sup>3</sup>/d. Suuri osa Rehtijärven vedenottamon vedestä tulee ottamolle rantaimetytyneenä teko-pohjavetenä Rehtijärvestä. Ottamolla on ollut veden laatuongelmia (haju, maku ja väri), minkä seurauksena toisen kaivon käyttöä on rajoitettu ja otettavan veden määrää vähennetty. Muutosten myötä vedenlaatu on parantunut. Särkilammen vedenottamon vettä ei käsitellä. Rehtijärven vedenottamolla vesi alkaloidaan lipeällä ja lisäksi on mahdollisuus veden desinfiointiin. (Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2006 ja 2005.)

Boreal Kasvinjalostus Oy:n veden kulutus on hyvin pientä verrattuna moin lähialueen teollisuuslaitoksiin. Taulukossa 3 kuvataan Borealin veden kulutusta suhteessa muuhun teollisuuteen sekä kulutuksen muutos vuoteen 2010 nähden.

Taulukko 3. Jokioisten Vedenhankinta Oy:n vesilaskutus vuonna 2011. (muokattu lähteestä Jokioisten Vedenhankinta Oy 2011.)

	m <sup>3</sup>	v. 2010; m <sup>3</sup>	v. 2011; m <sup>3</sup>	muutos vuoteen 2010; %
<b>Jokioisten kunta</b>	341733	394355	+ 52622	+ 15,40
<b>Genengor International Oy</b>	207454	125471	- 81983	- 39,52
<b>MTT/Jokioisten kartanot</b>	22085	19834	- 2251	- 10,19
<b>Boreal/Kasvinjalostus Oy</b>	2640	2403	- 237	- 8,98
<b>MTT/ET</b>	4739	4580	- 159	- 3,36
<b>Pintos Oy/Jok.tehtaat</b>	37954	35716	- 2238	- 5,90
<b>Kaarjoki Lankatehdas Oy</b>	28790	28511	- 279	- 0,97
<b>Yksityiset</b>	578	584	+ 6	+ 1,04
<b>Yhteensä</b>	645973	611454	- 34519	- 5,34

Boreal Kasvinjalostus Oy:n suurin vedenkuluttaja on kasvihuone, jossa vettä käytetään kasvihuoneiden pesemiseen sekä kasvien kasteluun. Peltoviljelyssä peltolohkojen kasteluun käytetään jokivettä. Kasvustojen kastelua voidaan tehdä vain muutamilla koekentillä, eikä sitä tehdä joka vuosi. Veden käyttö on vähäistä ja siksi sen käyttöä ei juurikaan pystytä vähentämään toiminnan luonteesta johtuen. Veden kulutusta seurataan ja pyritään vähentämään niiltä osin kuin se on mahdollista. Veden kokonaiskulutus vuonna 2011 oli 2480 m<sup>3</sup> ja sen toimittaa Jokioisten Vedenhankinta Oy. Veden kulutus oli suurempi kuin edellisenä vuonna, mutta suuruusluokaltaan samaa tasoa kuin viimeisen viiden vuoden aikana. Kuviossa 6 on esitetty veden kokonaiskulutus vuosina 2007 – 2011.



Kuvio 6. Vedenkokonaiskulutus vuosina 2007 – 2011.

Jokioisten jätevedet käsitellään vuonna 1975 rakennetussa biologis-kemiallisessa rinnakkaissaostuslaitoksessa. Jokioisten kunnan viemärlaitoksen yksilinjaisen rinnakkaissaostuslaitoksen prosessiyksiköt ovat välipäys, hiekan- ja rasvanerotus, ilmastus, jälkiselkeytys, klooraustila sekä lietteen sakeutus ja kuivaus lingolla. Fosforin saostuskemikaalina käytetään ferrosulfaattia ja alkaloinnissa kalkkia. Kuivattu liete toimitetaan Envor Biotechille Forssaan käsiteltäväksi.

Puhdistamon mitoituskormitus on seuraava:

$$Q_{\text{kesk}} = 1700 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$q_{\text{mit}} = 130 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{BOD}_{7\text{ATU}} = 440 \text{ kg O}_2/\text{d}$$

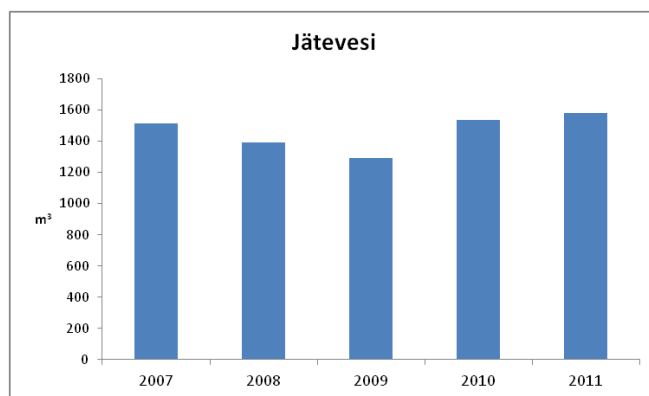
(Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy 2005; Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2007.)

Taulukossa 4 esitetään Jokioisten jätevedenpuhdistuslaitoksen kuormitukset vesistöön sekä puhdistusprosentit vuonna 2011. Taulukossa on esitetty biokemiallinen hapenkulutus (BOD), kemiallinen hapenkulutus (COD), kiintoaine, kokonaisfosfori, kokonaistyppe ja virtaama.

Taulukko 4. Jokioisten jätevedenpuhdistuslaitoksen kuormitus Loimijokeen ja puhdistusprosentti vuonna 2011. (muokattu lähteestä Ympäristösuojelun tietojärjestelmä Vahti 2012.)

Tyyppi	Bod 7 ATU kg/v	COD, dikromaatti kg/v	Kiintoaine kg/v	Kokonaisfosfori kg/v	Kokonaistyppe kg/v	Virtaama/Jätevesimäärä m <sup>3</sup> /v
Tuleva (laskenta)	62 950,00	136 880,00	86 770,00	2 558,70	16 979,00	547 240,00
Vesistöön	2 122,60	18 795,00	3 297,70	85,15	10 398,00	549 080,00
Puhdistusprosentti	96,63	86,27	96,2	96,67	38,76	

Boreal Kasvinjalostus Oy:n jätevesi johdetaan Jokioisten kunnan viemäriverkkoon ja se poikkeaa laadultaan vain vähän normaalista asumisjätevedestä. Jokioisten kunnan viemärilaitos purkaa puhdistetut jätevedet Loimijokeen. Yrityksessä syntyi jätevettä 1581 m<sup>3</sup> vuonna 2011. Jäteveden määrä oli hieman suurempi kuin edellisenä vuonna, mutta ei merkittävästi ja noudattaa viiden viimeisen vuoden suuruusluokkaa. Kuviossa 7 on esitetty jäteveden määrät vuosilta 2007 – 2011. Loimijoen veden laatu on Jokioisten alueella välttävä. Jätevedenpuhdistamosta aiheutuva vesistökuormitus lisää Loimijoen rehevöitymistä, heikentää vesistön happiolosuhteita ja hygieenistä laatua.



Kuvio 7. Jäteveden syntyminen vuosina 2007 – 2011.



### 6.1.3 Hankinnat ja materiaalit

Boreal Kasvinjalostus Oy:n Siemenkeskuksen raaka-aineena on sopimusviljelijöiden tuottama siementavara. Sopimusviljelijöiltä saadaan sadonkäsittelyyn vuosittain viljoja 2600 t, nurmikasveja 75 t ja öljykasveja 80 t. Viljojen siementen käsittelyyn käytetään vuosittain 3500 l peittausaineita. Peltoviljelyssä ja kasvihuonetyöskentelyssä käytettyjä kasvinsuojeluaineita ja lannoitteita käytetään sekä varastoidaan mahdollisimman vähän. Kasvinsuojeluaineita käytettiin vuodessa 500 kg ja lannoitteita 25000 kg. Lannoitteita käytettiin noin 80 hehtaarille.

Kasvihuoneilla kuluu multaa istutuksiin ja kylvöihin vuodessa noin 30 t. Aiemmin laboratoriossa käytetty myrkyllinen etidumbromidi korvattiin vuoden 2011 aikana vaarattomalla Gel Red –värjäysaineella.

Materiaaleja pyritään käyttämään uudelleen. Esimerkiksi koetoiminnan siementen pakkaamiseen käytettyjä säkkejä käytetään vuodesta toiseen.

### 6.1.4 Jätteet

Jätteet ja niiden käsittely sekä kuljetus aiheuttavat haitallisia ympäristövaikutuksia kuten maaperän, veden tai ilman pilaantumista ja terveyshaittoja. Jätteet voivat myös haitata ympäristön käyttöä ja pilata maisemaa. Lajittelemalla ja kierrättämällä jätteitä säästetään luonnonvaroja sekä vähennetään jätteiden käsittelyn haitallisia ympäristövaikutuksia. (Suomen ympäristökeskus 2011a.)

Boreal Kasvinjalostus Oy:n kiinteistöissä syntyviä jätelajeja ovat sekajäte, energiajäte, metalli, paperi, lasi, biojäte ja vaarallinen jäte. Energiajätteen, sekajätteen, pahvin, lasin ja metallin keräyksestä huolehtii Loimi-Hämeen Jätehuolto Oy sopimuksen mukaan. Laboratoriolasi kerätään sekajätteeseen yleisten jätehuolto-ohjeiden mukaisesti.

Biojätteellä tarkoitetaan tässä yrityksessä viljan esipuhdistuksessa syntyvää jätettä ja käytöstä poistettua viljaa. Biojäte kerätään ja kuljetetaan MTT:n kompostiin tarvittaessa. Kompostiin kerätään toiminnassa syntyvä märkä kasvimassa. Siementen käsittelyssä syntyvä kuiva esipuhdistusjäte (oljet yms.) viedään poltettavaksi Vapo Oy:lle. Tuotannon lajittelujäte viedään sioille tai kanoille. Esipuhdistusjätettä syntyy noin 100 m<sup>3</sup> vuodessa. Käytöstä poistettu käyttökelpoinen eli myyntiin ja ravinnoksi kelpaava käsittelemätön vilja viedään myllyille yhdessä tuotannon viljan kanssa tai riistapelloille. Peitattu vilja viedään Forssaan Kiimassuon jätekeskukselle käsiteltäväksi.

Paperille on oma siirtolava, joka tyhjennetään tarvittaessa. Lisäksi paperisilppua viedään läheiselle sikalalle sikojen virikkeeksi. Syntyvä pienmetallijäte kerätään ja viedään metallinkeräykseen. Metallirohua varten on oma siirtolava, joka tyhjennetään tarvittaessa. Lisäksi elektroniikkaromu kerätään ja viedään tarvittaessa kierrätyspisteeseen. Yrityksessä kerätään ja kierrätetään värikasetit.

Ekokem Oy hoitaa Boreal Kasvinjalostuksen vaaralliset jätteet, jotka kerätään kerran vuodessa. Vaarallisia jätteitä syntyy lähinnä laboratoriotyössä. Muissa yksiköissä syntyviä vaarallisia jätteitä ovat kasvinsuojeluaineet, peittausaineet, peitattu jätevilja sekä öljyt. Marraskuussa 2011 laboratoriotyöskentelyssä käytetty etidumbromidi korvattiin vaarattomalla Gel Red –

värjäysaineella (DNAn värjäysaineella). Tämän jälkeen laboratoriossa syntyvän vaarallisen jätteen määrä on pienentynyt huomattavasti.

Jätteeksi päätyvän materiaalin määrää pyritään kaikissa Borealin prosesseissa vähentämään. Materiaaleja kierrätetään ja käytetään mahdollisimman paljon uudelleen. Kaikki syntyvät jätteet lajitellaan ja kaikki kierrätykelpoiset materiaalit kierrätetään. Boreal Kasvinjalostus Oy:lla on ohjeet jätteiden lajitteluun ja kierrättämiseen.

Jätejakeiden laskennallisten arvojen selvittämiseksi on käytetty Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) Petra-jätevertailun ohjeessa annettuja tilavuuskertoimia eri jätejakeille. Tilavuuskertoimet löytyvät osoitteesta: <http://www.petrajatevertailu.fi/hsy/?mo=help&show=4>. Jätejakeiden las-  
kut on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Jätejakeiden laskennalliset arvot.

Jätejake	Astiankoko	Jätejakeen paino (jäteastian koko)	Tyhjennysväli	Vuodessa syntyy	Jätejakeen paino (kg)
Energiajäte	6 x 660 l	14,4 kg (660 l)	Tyhjennys kaksi kertaa kuukaudessa	24 x 6 x 660 l = 95040 l	2073,6
Sekajäte	2 x 660 l	34 kg (660 l)	Tyhjennys viikon välein	52 x 2 x 660 l = 68640 l	3536
Pahvi	6 m3	50 kg (6 m3)	Tyhjennys kuukauden välein	12 x 6 m3 = 72 m3	3650
Lasi	240 l	150 kg (240 l)	Tyhjennys kuukauden välein	12 x 240 l = 2880 l	1800
Metalli	240 l	18 kg (200 l)	Tyhjennys kuukauden välein	12 x 240 l = 2880 l	259,2
Biojäte			MTT:n kompostiin tarvittaessa		
Paperi			Siirtolava, tyhjennetään tarvittaessa		

Laboratorioissa syntyy paljon jätettä ja sen vähentäminen on käytännössä mahdotonta toiminnan luonteesta johtuen. Suurin osa laboratoriotöistä vaatii steriilejä välineitä, jotka suurimmaksi osaksi ovat kertakäyttöisiä. Työt pyritään kuitenkin suunnittelemaan siten, että materiaalikulutus ja jätteen syntyminen olisi mahdollisimman vähäistä.

#### 6.1.5 Päästöt veteen, ilmaan ja maaperään

Boreal Kasvinjalostus Oy:n varsinaisesta toiminnasta ei synny suoria kasvihuonekaasupäästöjä ilmaan. Epäsuoria kasvihuonekaasupäästöjä syntyy työmatkoista ja siemenrahdeista niin kotimaassa kuin ulkomailla.

Toiminnan kannalta ainoa ilmapäästö on pöly, jota syntyy syksyisin vähäisiä määriä siementen kuivattamisesta. Pölypäästöistä ei kuitenkaan ole ollut haittaa naapureille eikä niistä myöskään ole tullut valituksia.

Liikenne aiheuttaa noin 20 prosenttia Suomen kasvihuonepäästöistä. Merkittävänä kasvihuonepäästöjen lähteenä sillä on suuri vaikutus ilmastomuutokseen koko maapallolla. Tämän lisäksi liikenne aiheuttaa muun muassa ilmanlaatuun ja terveyteen vaikuttavia pakokaasu- ja pienhiukkaspäästöjä, melua sekä pohjavesien pilaantumista. (Liikenne- ja viestintäministeriö; Suomen ympäristökeskus 2011b.)

VTT:n LIPASTO-laskentajärjestelmässä on saatavilla keskimääräiset päästöt eri vuosimallien autoille. Boreal Kasvinjalostus Oy:n autot ovat keskimäärin vuosimallia 2000. Taulukossa 6 on LIPASTO-laskentajärjestelmän mukaiset päästömäärät vuosimallin 2000 (EURO 2) bensiinikäyttöiselle henkilöautolle.

Taulukko 6. Henkilöauton (vm. 2000) keskimääräiset päästömäärät. (muokattu lähteestä LIPASTO-laskentajärjestelmä 2012.)

<b>EURO 2</b>		
Katuajon suorite 35%		
Keskimäärin (maantie+katu)		
Päästö	g/hkm	g/km
CO	0,71	1,2
HC	0,040	0,068
NOx	0,17	0,28
CH <sub>4</sub>	0,0032	0,0054
N <sub>2</sub> O	0,003	0,0052
NH <sub>3</sub>	0,019	0,033
SO <sub>2</sub>	0,00057	0,00096
CO <sub>2</sub>	101	172
CO <sub>2</sub> eq	102	174

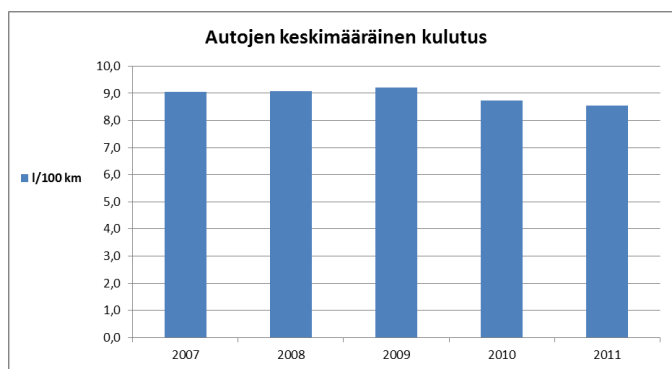
  

Kulutus		8,2 l/100 km
Energiankulutus	1,5 MJ/hkm	2,6 MJ/km
Energiankulutus	0,42 kWh/hkm	0,72 kWh/km

Siemenkeskuksen raaka-aineena on siementavara, jota saadaan sopimusviljelijöiltä. Sopimusviljelijät sijaitsevat pääosin lähellä eli noin 50 km säteellä Boreal Kasvinjalostus Oy:stä. Kuljetusmatkat ovat lyhyitä, mikä on sekä kustannustehokasta että aiheuttaa vähemmän ympäristövaikutuksia kuin jos siementavara rahdattaisiin kauempaa.

Yrityksen intranet-sivuilla on autonvarauskalenteri, josta auton voi varata työmatkoja varten. Lisäksi yrityksen autoja käytetään matkoihin peltojen ja yksikön välillä. Polttoainetta kuluu kylvö- ja puintiaikaan myös pelloilla käytettävän kaluston käytössä.

Vuonna 2011 Boreal Kasvinjalostus Oy:n autoilla ajettiin yhteensä 138 tkm ja polttoaineen kulutus oli yhteensä vajaat 12 tuhatta litraa. Polttoaineenkulutustiedoissa bensiinin ja dieselin kulutus on laskettu yhteen. Polttoaineenkulutus on parin viime vuoden aikana laskenut (kuvio 8). Tämä selittyy sillä, että kauimmaisten koepaikkojen työt on ostettu paikallisilta toimijoilta, jotka ovat hoitaneet kenttätöitä. Tällöin ainoastaan jalostajat ovat käyneet koepaikoilla tekemässä havaintoja. Lisäksi Boreal on vuokrannut käyttöönsä autoja kiireisimmän sesongin aikaan. Autovuokraamon autot ovat olleet uusia ja pienikulutuksisia.



Kuvio 8. Autojen keskimääräinen polttoaineen kulutus vuosina 2007 – 2011.

Boreal Kasvinjalostus Oy:n toiminnasta aiheutuu vähäisessä määrin päästöjä vesiin ja maaperään lannoituksen sekä kasvinsuojeluaineiden käytön seurauksena. Lannoitteiden ja kasvinsuojeluaineiden käytössä noudatetaan valmistajan ohjeita sekä ympäristötukiehtoja. Pieniä määriä kemikaaleja voi joutua viemäriverkkoon muun muassa laboratorioissa ja kasvihuoneilla.

#### 6.1.6 Melu, haju ja sisäilma

Boreal Kasvinjalostus Oy:n toiminnasta ei synny melu- tai hajuhaittoja ympäristöön. Henkilöstön käyttöön on hankittu henkilösuojaimeja työpiteillä syntyvien meluhaittojen torjuntaan. Yrityksessä ei ole todettu sisäilman ongelmia.

#### 6.1.7 Poikkeavat olosuhteet

ISO 14001 mukaan yrityksen tulee säännöllisin väliajoin katselmoida ja päivittää hätätilanteiden valmiusmenettelyt ja toimintasuunnitelmat.

Poikkeavia olosuhteita ovat erilaiset onnettomuudet kuten tulipalot, vesivahingot ja kemikaalitapaturmat. Kiinteistölle on laadittu pelastussuunnitelma, jonka avulla ohjataan toimintaa onnettomuustilanteissa. Pelastussuunnitelma valmistetaan ennaltaehkäisemään onnettomuuksia, tapaturmia ja vahinkoja. Suunnitelmassa huomioidaan toimenpiteet vahingon tapahtuessa. Pelastussuunnitelma on esitetty palotarkastajalle. Borealisissa on ensiaputaitoisia henkilökuntaa ja työntekijöillä on ollut myös mahdollisuus osallistua ensiapukursseille. Viimeisin ensiapukoulutus järjestettiin helmikuussa 2011.

Pelastussuunnitelmassa vaaratekijöiksi mainitaan tapaturmat, tulipalot, räjähdykset ja muut onnettomuudet sekä tietoturvallisuus. Merkittäviä ulkoisia riskitekijöitä yrityksen toiminnan kannalta ovat sähkön- ja lämmönjakelun pitkäaikaiset katkokset. Borealisilla on dieselkäyttöiset varavoimakoneet, joilla pystytään kriittisimmät toiminnot hoitamaan pitkiäkin aikoja. Pelastussuunnitelmassa annetaan toimintaohjeet onnettomuus- ja vahinkoriskitilanteissa. Suunnitelma tarkistetaan kerran vuodessa sekä aina, kun tapahtuu sellaisia muutoksia, jotka vaikuttavat suunnitelman sisältöön. Pelastussuunnitelman ylläpitämisestä ja päivittämisestä vastaa turvallisuuspäällikkö.

Borealisilla ei ole sattunut suuria onnettomuuksia, mutta pieniä tulipalon alkua on sattunut muutamia. Yrityksessä on jauhesammuttimia ja muitakin sammuttimia yhteensä toistasataa ja sammutuspeitteitä muun muassa kaikissa laboratorioissa sekä ensiapukaappeja ja hätäsuihkuja. Yrityksessä käytettävistä reagensseista ja vaarallisista jätteistä pidetään luetteloa. Viimeisin alkusammutuskoulutus on järjestetty 2010.

Borealisilla on Exviran vuonna 2011 tekemä räjähdysuojasiasiakirja. Valtioneuvoston asetuksen mukaan yrityksellä pitää olla räjähdysuojasiasiakirja räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta. Asiakirja koskee Boreal Kasvinjalostuksen Siemenkeskuksen toimintaa. Siemenkeskuksella käsitellään viljaa, josta voi teoriassa aiheutua räjähtävä pöly-ilmaseos. Räjähdysuojasiasiakirja päivitetään tarvittaessa.

#### 6.1.8 Luonnon monimuotoisuus

Boreal Kasvinjalostus Oy jalostaa peltokasvilajikkeita. Jalostusohjelmissa ei ole keskitytty vain valtakasveihin kuten ohraan, vaan jalostusohjelmia on myös pienemmillä lajikkeilla kuten herneellä ja härkäpavulla. Boreal pyrkii osaltaan edistämään geenivarojen kestäväää käyttöä, bioenergiakäyttöön soveltuvien lajikkeiden kehittämistä, valkuaisomavaraisuuden lisäämistä sekä kestäväää maataloustuotantoa Suomen oloissa. Jalostuksella pystytään osaltaan parantamaan myös lajikkeiden taudinkestävyyttä sekä ravinteiden ja veden käytön tehokkuutta. Näin voidaan osaltaan pienentää myös maatalouden haitallisia ympäristövaikutuksia, joita aiheutuu muun muassa kasvinsuojeluaineiden ja lannoitteiden käytöstä. Boreal antaa viljelyohjeita muun muassa lannoituksesta viljelijöille.

Boreal on mukana säilyttämässä geenivarojen saatavuutta tuleville sukupolville niin viljelijöiden, jalostuksen kuin tutkimuksenkin tarpeisiin. Boreal on mukana geenipankkitoiminnassa tunnistamassa ja säilyttämässä geenivaroja.

## 7 BOREALIN TOIMINNAN YMPÄRISTÖRISKIT JA NIIDEN HALLINTA

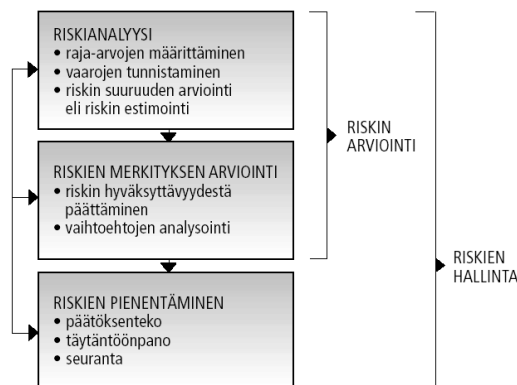
Ympäristöriskeillä tarkoitetaan ihmisen terveyteen, elin- ja työympäristöön sekä muihin eliöihin ja fyysiseen ympäristöön kohdistuvia riskejä. Ympäristöriskeihin kuuluvat siten sekä normaalitoiminnan että onnettomuustilanteiden aiheuttamat riskit ympäristölle. Myös itse tuotteesta ja sen käytöstä ympäristölle aiheutuvat riskit ovat ympäristöriskejä. Ympäristöriskejä voivat aiheuttaa muun muassa jätteet, kemikaalit, melu, päästöt sekä tuotteet. (PK-RH.)

Ympäristöriski kuuluu niihin riskeihin, joiden hallinta ei tuo välittömiä säästöjä yritykselle. Ympäristöriskin toteutuminen voi puolestaan aiheuttaa suuria menetyksiä yritykselle, koska lainsäädännön mukaan ympäristövahingon aiheuttaja on korvausvelvollinen vahingosta kärsineelle, oli kyseessä sitten tahallista tai tahattomasta toiminnasta aiheutunut haitta. (PK-RH.)

Ympäristöriskien hallinnan tavoitteena on jatkuvan tuotannon turvaaminen siten, että ympäristö säilyy turvallisena ja terveellisenä. Ympäristöriskejä voi liittyä yrityksen toiminnan kaikkiin vaiheisiin kuten raaka-aineiden ja kemikaalien hankintaan ja varastointiin, tuotantoon ja kunnossapitoon, kuljetuksiin, tuotekehitykseen sekä kiinteistön rakenteisiin. (PK-RH.)

### 7.1 Riskienhallinta

Riskienhallinta on riskien tunnistamista, arvioimista sekä pienentämistä ja sen tavoitteena on turvallisuuden parantaminen. Kuvassa 10 on esitetty näiden asioiden suhde toisiinsa nähden. Riskienarviointi on laaja-alaista ja järjestelmällistä vaarojen ja haittojen tunnistamista sekä niiden merkityksen arvioimista turvallisuudelle. Sen tavoitteena on tuottaa tietoa päätöksentekoon, jossa päätetään ovatko riskit hyväksyttäviä vai eivät. Riskienarviointiin sisältyy riskianalyysi sekä riskien merkityksen arviointi. Riskianalyysin tehtävänä on määrittää kohteen raja-arvot, tunnistaa vaarat sekä arvioida riskin suuruus. Riskien merkityksen arvioinnilla päätetään riskin hyväksyttävyydestä sekä analysoidaan vaihtoehtoja. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2003.)



Kuva 10. Riskienhallinnan osa-alueet. (Sosiaali ja terveysministeriö 2003).

Riski tarkoittaa haitallisen tapahtuman todennäköisyyttä ja vakavuutta. Yksinkertaisesti sanottuna riski on vahingon mahdollisuus. Riskit pitää tuntea ja hallita, koska pienetkin häiriöt voivat käynnistää tapahtumaketjun, jolla saattaa olla suuria vaikutuksia yrityksen toimintaan. Suurin osa riskeistä on ihmisten aiheuttamia, joten niihin voidaan myös vaikuttaa sekä varautua. Työnantajalla on työturvallisuuslain mukaan velvollisuus selvittää työpaikalla esiintyvät vaarat ja arvioida niistä aiheutuvat riskit. Eri-laisia riskilajeja ovat muun muassa liikeriskit, henkilöriskit, tietoriskit, ympäristöriskit ja rikosriskit. Tässä työssä keskitytään vain ympäristöriskeihin. (PK-RH; Sosiaali- ja terveysministeriö 2003.)

## 7.2 Ympäristöriskienhallinta

Ympäristöriskien hallinta aloitetaan riskien tunnistamisella. Boreal Kasvinjalostus Oy:n ympäristöriskien tunnistaminen suoritettiin Pk-yrityksen riskienhallinnan työvälinesarjan avulla. Ympäristöriskien tunnistamiseksi käytettiin työvälinesarjassa olevaa ympäristöriskikarttaa, jossa ympäristöriskit on jaoteltu viiteen eri pääluokkaan (kuva 11). Jokaiseen riskikartassa nimettyyn alakohtaan liittyy työvälinekortti, jonka avulla voidaan tarkastella haluttuja riskilajeja tarkemmin. Kysymyssarjan avulla voidaan selvittää mitkä tekijät yrityksessä voivat aiheuttaa ympäristövahingon. Samalla selviää myös ympäristönsuojelun yleinen taso yrityksessä. (PK-RH.)



Kuva 11. Ympäristöriskikartta. (PK-RH.)

Työvälinekorttien kysymykset on laadittu siten, että myöntävä vastaus ilmoittaa asian olevan kunnossa. Jos vastaus on kielteinen tai jos kysymykseen ei osata vastata, tilannetta täytyy selvittää tarkemmin. Kielteiset vastaukset ja epäselvät asiat kirjataan riskienhallintatoimenpiteiden yhteenvetolomakkeeseen.

Kun ympäristöriskit on tunnistettu, niiden riskien suuruus täytyy arvioida, jotta osataan panostaa niihin asioihin, jotka aiheuttavat merkittävimmän riskin. Riskin suuruuteen vaikuttavat mahdollisen vahingon todennäköisyys ja vahingosta aiheutuvat seuraukset. Ympäristöriskien seurauksia arvioidaan niiden ympäristölle aiheuttamien vahinkojen merkittävyyden kannalta. Ympäristöriskin vakavuuteen vaikuttavat muun muassa toimiala, toimipaikan sijainti, maaperän laatu, vesistöt, virkistys- ja suojelualueet sekä asutus. (PK-RH.)

Ympäristöriskien tunnistaminen suoritettiin kahden henkilön tiiminä, jossa mukana olivat opinnäytetyöntekijä ja talouspäällikkö, jonka vastuualueeseen kuuluvat kiinteistöt ja kalusto, henkilöstöhallinto sekä yritysvastuu-raportti. Ympäristöriskien kartoituksen perusteella Boreal Kasvinjalostus Oy:n toimintaan ei kohdistu suuria ympäristöriskejä eikä vakavia puutteita havaittu. Kartoituksessa nousi esille kuitenkin pieniä asioita, joihin voisi kiinnittää huomiota ja mahdollisuuksien mukaan myös suorittaa korjaavia toimenpiteitä. Tämän vuoksi ei ollut mielekästä lähteä arvottamaan riskejä ja määrittämään niiden suuruutta. Ympäristöriskit ja puutteet ympäristö-asioiden hoidossa kerättiin yhteenvedotaulukkoon ja samalla määritettiin niille korjaavat toimenpiteet (taulukko 7).

Taulukko 7. Ympäristöriskienhallinnan toimenpiteet.

Riskienhallinnan toimenpiteet			
Riski tai ongelma	Riskin syyt	Pahimmat seuraukset	Toimenpiteet
Kemikaali- ja ympäristölainsäädännön seuranta	Seuranta ei järjestetty	Käytetään kiellettyjä aineita, väärä määrä,	Järjestetään seuranta
Paloilmaisimien puuttuminen kemikaalivarastoista ja muista	Paloilmaisimia ei ole	Aineiden syttyminen, palon leviäminen	Paloilmaisimet varastoihin
Vaarallisten jätteiden pääsyä ympäristöön vahinkotilanteissa	Asianmukaiset järjestelyt puuttuvat	Ympäristön pilaantuminen	Selvitetään kuinka ongelmajätteiden pääsy
Ympäristönsuojelusta vastaavan henkilön puuttuminen	Henkiötä ei ole nimetty	Ei olla tietoisia muutoksista mm.	Arvioidaan tarvitaanko ympäristöasioista vastaavaa



## 8 YMPÄRISTÖTAVOITTEET

Yrityksen toiminnan tärkein ympäristötavoite on energian käytön vähentäminen. Lisäksi jätteen vähentäminen ja kierrätyksen tehostaminen sekä ympäristöasioista vastaavan nimittäminen ovat merkittäviä tavoitteita. Taulukossa 8 on esitetty tärkeimmät säästötoimenpiteet energian säästämiseksi.

Taulukko 8. Energiansäästömahdollisuudet.

Osasto	Säästökohde	Säästötoimenpide
Kasvihuone	Lämpöenergia	Kasvihuoneolosuhdeautomatiikan kalibrointi
		Rakenteiden tiivistäminen
		Maalämmön käyttöönotto
		Aurinkoenergia veden lämmityksessä
	Sähköenergia	Säteilysummaan perustuva valottaminen
		LED-lamput
Koko yritys	Energian ja veden kulutus	Energiakatselmus

Kasvihuoneautomatiikkaan kytketyt olosuhdemittarit tulisi tarkistaa ajoitain, koska jatkuva yhden asteen liian suuri lukema mittarissa tarkoittaa Hollannin ilmastossa viiden prosentin energiankäytön lisäystä. (Äystö 2004.)

Kasvihuoneiden tuuletusaukkojen ja katteiden saumojen tiivistämisellä voidaan vähentää vuotoilmanvaihdosta aiheutuvia häviöitä. Tuulisilla alueilla lämpöä häviää myös suoraan katerakenteen läpi. Tuuliolosuhteista johtuvaa lämpöhäviötä voidaan vähentää suojaistutuksilla ja maavalleilla. (Äystö 2004.)

Säteilysummaan perustuvassa valotuksessa seurataan päivän aikana kasvin saamaa luonnollista säteilyannosta ja annetaan vain tarvittaessa lisävalotusta, jotta kasvin vaatima säteilysumma saavutettaisiin. Säteilysummaan perustuvalla valotuksella on Tanskassa pystytty vähentämään sähkönkulutusta keväisin ja syksyisin. Talvella valojen ohjauksella ei ole todettu olevan merkitystä. Tanskassa tehdyn tutkimuksen mukaan vuoden aikana saavutettiin jopa 20 prosentin säästö sähkön kulutuksessa normaalin valotusohjaukseen verrattuna. (Äystö 2004.)

Sähköenergiankulutukseen voidaan vaikuttaa myös valaistusmuutosten avulla. Suurpainenaatriumvalaisimien vaihto LED-lamppuihin on kasvihuoneissa suoritetuissa kokeissa todettu säästävän sähköenergiaa jopa 60 prosenttia. Lisäksi LED-lamput tuottavat punaista ja sinistä valoa, jota kasvit pystyvät parhaiten hyödyntämään yhteyttämisessä. (Ahvenharju, Hagström, Hiltunen & Vanhanen 2005.) Borealissa on jo aloitettu LED-valaisimien käytön soveltuvuuden testaaminen kasvihuoneissa.

Koko yrityksen kannalta tehtäviä lämmitysenergian säästämiseen tähtääviä toimenpiteitä on lämpöhäviöiden kartoitus ja rakenteiden tiivistäminen. Energiakatselmuksen avulla voidaan kartoittaa energiansäästömahdollisuudet niin lämmön, sähkön kuin vedenkin osalta. Myös pienillä toimenpiteillä kuten valojen ja laitteiden sammuttamisella voidaan vuoden aikana saavuttaa merkittävät säästöt sähkönkulutuksessa.

Aurinkoenergian käytöllä voidaan alentaa ostetun energian osuutta yrityksen energiankäytössä. Aurinkoenergian avulla voidaan muun muassa

lämmittää kasvihuoneiden kasteluvettä. Etelä-Suomessa vuoden aikana saadaan jokaiselle neliömetrille noin 1000 kWh aurinkoenergiaa. Aurinkokeräimillä voidaan muuntaa auringonsäteilystä noin 25 – 35 prosenttia lämmöksi. Aurinkolämmitysjärjestelmä voidaan yhdistää kaikkiin päälämmitysmuotoihin. Sähkölämmitysjärjestelmässä aurinkosähköllä voidaan lämmittää muun muassa käyttövesi. (Motiva Oy.)

Maalämmöllä voidaan vähentää sähköenergian kulutusta lämmöntuotannossa. Motivan energiakatselmuksen mukaan Kuopion kaupungin Savisaaren puutarhan kasvihuoneiden lämmitysjärjestelmän muuttaminen sähkölämmityksestä maalämpöön tuo 51 prosentin säästön. (Motiva Oy 2002.)

Jätteen määrän vähentäminen on käytännössä mahdotonta, mutta materiaalityhokkuuteen suositellaan kiinnitettävän vielä entistä enemmän huomiota. Kierrätyksen tehostamiseksi laaditaan uudet päivitettyt kierrätysohjeet sekä hankitaan riittävästi keräysastioita työpisteille eri jätelajeita varten.

## 9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Valtioneuvoston omistajapolitiikkaa koskevan periaatepäätöksen mukainen ympäristöselvitys on tehty vuosikertomuksen yritysraporttiin liitettäväksi. Yrityksellä on ympäristöpolitiikka, johon johto ja henkilöstö ovat sitoutuneet. Ympäristönäkökohdat ja niiden vaikutukset arvioitiin, ja niiden perusteella määriteltiin ympäristötavoitteet. Tavoitteille ei määritellyt määrällisiä vaatimuksia, mutta ehdotukset ympäristötavoitteisiin pääsemiseksi listattiin. Määrälliset tavoitteet voidaan asettaa myöhemmin. Esimieshaastatteluiden perusteella voidaan todeta, että yrityksen ja sen henkilöstön ympäristöasioiden hoito ja tietoisuus on hyvällä tasolla.

Energiansäästö on yrityksen kannalta selkeästi tärkein ympäristötavoite, ja sen avulla voidaan saavuttaa huomattavat säästöt vuosittain. Opinnäytetyössä esitettyjen energiansäästömahdollisuuksien kriittiseen tarkasteluun sekä muiden uusien mahdollisuuksien selvittämiseen kannattaisi panostaa. Energiakatselmuksen avulla voidaan saada hyödyllistä tietoa yrityksen energiahävikistä sekä säästömahdollisuuksista.

Yrityksen toimintaan ei kohdistu suuria ympäristöriskejä, mutta seuraamalla muuttuvaa ympäristölainsäädäntöä ja puuttumalla pieniinkin riskimahdollisuuksiin voidaan varmistua toiminnan riskittömyydestä myös tulevaisuudessa.

Ympäristöasioiden hallinta on nykyisin tärkeä osa yritysmaailmaa lainsäädännön, asiakkaiden ja muiden sidosryhmien asettamien ympäristövaatimusten vuoksi. Onnistunut ympäristöasioiden hallinta edellyttää suunnitelmallista ympäristöjohtamista, jonka tulisi myös olla osa yrityksen muuta johtamista. Ympäristöselvityksen myötä saatiin uusia näkemyksiä ympäristöasioihin sekä ympäristöriskienhallintaan, joihin ei osattu ennen paneutua. Yrityksessä on jo nyt alettu panostaa entistä enemmän ympäristöasioiden hoitoon. Jatkossa yrityksen johdon mietittäväksi tulee onko yrityksen toiminnan kannalta tarkoituksenmukaista luoda ympäristöjärjestelmä sekä valita erikseen ympäristöasioidenhoidosta vastaava henkilö.

## LÄHTEET

- Ahvenharju, S., Hagström, M., Hiltunen, J. & Vanhanen, J. (toim.) 2005. Kasvihuoneviljelijän energia- ja ilmasto-opas. Gaia Group Oy.
- Antikainen, R. (toim.) 2010. Elinkaarimetodiikkojen nykytila, hyvät käytännöt ja kehitystarpeet. Suomen ympäristökeskuksen raportti 7/2010.
- Bionova Consulting. 2010. Vesijalanjälki, elinkaariarviointi ja elinkaari-laskenta. Viitattu 19.6.2012.  
[http://www.bionova.fi/vesijalanjalki\\_elinkaariarviointi.html](http://www.bionova.fi/vesijalanjalki_elinkaariarviointi.html)
- Chakraborty, S. & Newton, A. C. 2011. Climate change, plant diseases and food security: an overview. Plant Pathology. 60 (1), 2-14. Saatavissa: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-3059.2010.02411.x/pdf>
- Edu.fi. 2011. Vesijalanjälki. Viitattu 19.6.2012.  
[http://www.edu.fi/yleissivistava\\_koulutus/aihekokonaisuuudet/kestava\\_kehitys/teemoja/vesi\\_ja\\_elamanlaatu/vesijalanjalki](http://www.edu.fi/yleissivistava_koulutus/aihekokonaisuuudet/kestava_kehitys/teemoja/vesi_ja_elamanlaatu/vesijalanjalki)
- Energiateollisuus. Energia ja ympäristö. Viitattu 14.3.2012.  
<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto>
- Etelä-Savon Energia Oy. 2012. Kaukolämmön käyttöraportin lukuohje. Viitattu 12.10.2012.  
<http://www.es.fi/documents/key20121012132630/Hinnastot/Kaukol%EAmm%F6n%20k%E4ytt%F6raportin%20lukuohje.pdf>
- FAO. 2012. Hunger. Viitattu 12.10.2012. <http://www.fao.org/hunger/en/>
- FAO, IFAD & WFP. 2012. Undernourishment around the world: impact of the 2006-08 price shock. The State of Food Insecurity in the World 2012. Economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. Sivut 8-12. Saatavissa: <http://www.fao.org/docrep/016/i3027e/i3027e.pdf>
- Godfray, H.C.J., Beddington J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J. Robinson, S., Thomas, S.M. & Toulmin, C. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. Science. 327 (5967), 812-818. Saatavissa: <http://www.sciencemag.org/content/327/5967/812.full.pdf>
- Grönroos, J. Mitä on ekotehokas elintarviketuotanto? 2008. Kehittyvä Elintarvike 2. Viitattu 19.6.2012.  
<http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/18-mita-on-ekotehokas-elintarviketuotanto>
- Grönroos, J. & Manninen, K. 2012. Ruoan elinkaariarviointi. Suomen Ympäristökeskus SYKE. Viitattu 19.6.2012.  
[http://www.vesiyhdistys.fi/Ajankohtaista/Manninen\\_22032012.pdf](http://www.vesiyhdistys.fi/Ajankohtaista/Manninen_22032012.pdf)

Grönroos, J., Mäkinen, T., Seppälä, J., Silvenius, F., Silvo, K. & Storchhammar, E. 2001. Kirjoloheen tuotanto ja ympäristö. Suomen ympäristö. Suomen ympäristökeskus SYKE. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=12619&lan=fi>

Haapala, T. 2008. Tuottava maa on avain ruokaturvaan. Global.Finland. Viitattu 19.6.2012. <http://global.finland.fi/public/default.aspx?contentid=137180&nodeid=32313&contentlan=1&culture=fi-FI>

Haikala, E. Vaikutusarviointi. Julkaisematon moniste.

Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY. Petra-jätevertailu. Viitattu 12.10.2012. <http://www.petrajatevertailu.fi/hsy/?mo=help&show=4>

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 2005. Jokioisten kunta. Vesihuollon kehittämissuunnitelma. Luonnos.

Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy. 2006. Forssan seudun pohjavesialueiden suojelemissuunnitelma.

Ilmasto.org. Ilmastomuutos. Viitattu 19.6.2012. <http://ilmasto.org/ilmastonmuutos>

Ilmasto-opas.fi. Päästöjen vähentäminen Suomessa. Viitattu 19.6.2012. <http://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/d88180dc-1fa8-436c-8036-4411ae5ff252/paastojen-vahentaminen-suomessa.html>

Japa ry. Jäteneuvojat asuinalueille –koulutuspaketti: kestävät kulutusva-linnat. Viitattu 19.6.2012. [http://www.japary.fi/JN\\_hankesivut/JN\\_materiaali/osa1tyokalut.htm](http://www.japary.fi/JN_hankesivut/JN_materiaali/osa1tyokalut.htm)

Jokioisten Vedenhankinta Oy. 2011. Tasekirja.

Katajajuuri, J-M. 2008. Ruokajäte rasittaa ympäristöä enemmän kuin pak-kaukset. Tieto&trendit. 2.

Katajajuuri, J-M., Koivupuro, H-K., Jalkanen, L., Reinikainen, A. & Sil-vennoinen, K. Elintarvikeketjussa syntyvä ruokahävikki. 2010. MTT. MTT Raportti 12. Kirjallisuuskatsaus. Saatavana pdf-muodossa: <http://www.mtt.fi/mttraportti/pdf/mttraportti12.pdf>

Katajajuuri, J-M & Nissinen, A. Mittatikka – työkalu tuotteiden ja kulu-tuksen ympäristövaikutusten havainnollistamiseen. 2008. Kehittyvä Elin-tarvike 2. Viitattu 19.6.2012. <http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/23-mittatikka-tyokalu-tuotteiden-ja-kulutuksen-ymparistovaikutusten-havainnollistamiseen>

Kela, L. & Lumijärvi, A. 2000. Pienen yrityksen ympäristöjärjestelmä-opas. MET.

Kinnunen, V., Koski, E. & Lettenmeier, M. (toim.) 2004. MIPS-laskenta. Tuotteiden ja palveluiden luonnonvaratuottavuus. Saatavissa: [http://www.wupperinst.org/uploads/tx\\_wibeitrag/ws27fi.pdf](http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wibeitrag/ws27fi.pdf)

Kärki, K. 2012. Suomalaiset kuluttajat syövät muiden vettä. Aamulehti 23.5.2012.

Liikenne- ja viestintäministeriö. Ympäristö. Viitattu 14.3.2012. <http://www.lvm.fi/web/fi/ymparisto>

LIPASTO-laskentajärjestelmä. 2012. VTT. Viitattu 6.11.2012. <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/henkiloliikenne/tieliikenne/henkiloautot/habens.htm>

Living Planet Report. 2006. WWF, ZSL, GFN. Saatavissa: [http://assets.panda.org/downloads/living\\_planet\\_report.pdf](http://assets.panda.org/downloads/living_planet_report.pdf)

Living Planet Report. 2012. WWF, ZSL, GFN. Saatavissa: [http://awsassets.panda.org/downloads/1\\_lpr\\_2012\\_online\\_full\\_size\\_single\\_pages\\_final\\_120516.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/1_lpr_2012_online_full_size_single_pages_final_120516.pdf)

Länsi-Suomen ympäristölupavirasto. 2007. Jokioisten kunnan jäteveden puhdistamon lupapäätös.

Maa- ja metsätalousministeriö. 2011. Maa- ja metsätalousministeriön ilmastomuutokseen sopeutumisen toimintaohjelma 2011 – 2015. Huoltovarmuutta, kestävää kilpailukykyä ja riskienhallintaa. Saatavissa: [http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/muutjulkaisut/5yZhPxNpC/MMM\\_n\\_ilmastonmuutoksen\\_sopeutumisen\\_toimintaohjelma.pdf](http://www.mmm.fi/attachments/mmm/julkaisut/muutjulkaisut/5yZhPxNpC/MMM_n_ilmastonmuutoksen_sopeutumisen_toimintaohjelma.pdf)

Motiva Oy. Auringosta lämpöä ja sähköä. Libris. Saatavissa: [http://www.motiva.fi/files/2220/AurinkoEnergia\\_www.pdf](http://www.motiva.fi/files/2220/AurinkoEnergia_www.pdf)

Motiva Oy. 2002. Energiakatselmusten esimerkki 2/02. Maalämpöpumppu ESCO-hankkeena. Saatavissa: [www.motiva.fi/files/606/Kat-Savisaari.pdf](http://www.motiva.fi/files/606/Kat-Savisaari.pdf)

MTT. 2012a. Elintarvikeketjun ruokahävikki vajaan 400 miljoonaa kiloa. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. Viitattu 19.6.2012. <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/ajankohtaista/Uutisarkisto/2012/Elintarvikeketjun%20ruokah%C3%A4vikki%20vajaan%20400%20miljoonaa%20kiloa>

MTT. 2012b. Kasvigenomiikka. Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus MTT. Viitattu 31.10.2012. [https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/tutkimusalat/biotekniikka\\_elintarvikkeet/geneettinentutkimus/Kasvigenomiikka](https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/esittely/tutkimusalat/biotekniikka_elintarvikkeet/geneettinentutkimus/Kasvigenomiikka)

Peltonen-Sainio, P. Peltoraaka-aineiden tuotantonäkymät ilmaston muutuksessa. Power Point-esitys. MTT Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus.

Pesonen, H-L., Hämäläinen, K. & Teittinen, O. 2001. Yrityksen ympäristöjärjestelmän rakentaminen. Talentum Media Oy.

PK-RH. 2009. PK-yrityksen riskienhallinta. Viitattu 15.9.2012. <http://www.pk-rh.com/riskilajit/ymparistoriskit.html>

Purje, H. 2008. Ilmastonmuutos, bioenergia ja globaali nälkäkriisi. Global.Finland. Viitattu 19.6.2012. <http://global.finland.fi/public/default.aspx?contentid=141119>

Raisio Oyj. Ekologia.fi. Viitattu 19.6.2012. <http://www.raisio.com/www/page/Ekologia>

Schmidhuber, J. & Tubiello, N. 2007. Global food security under climate change. PNAS. 104 (50). Saatavissa: <http://www.pnas.org/content/104/50/19703.full>

Sosiaali- ja terveysministeriö. 2003. Riskinarviointi. Viitattu 12.10.2012. <http://pre20090115.stm.fi/hm1069310947478/passthru.pdf>

Stradius, L. Ilmastonmuutos lautasella. Luontoliitto. 2009. Diaesitys. 6.12.2009. <http://www.slideshare.net/guest6d11ee/eettiset-joulumarkkinat-stranius-06122009>

Suomen luonnonsuojeluliitto. a. Elintarvikkeet. Viitattu 19.6.2012. <http://www.sll.fi/mita-me-teemme/tuotanto-ja-kulutus/mips/mips-lukuja/Elintarvikkeet>

Suomen luonnonsuojeluliitto. b. Ilmasto lautasella. Viitattu 19.6.2012. [http://www.sll.fi/mita-me-teemme/tuotanto-ja-kulutus/kuvat/ilmasto-lautasella-pdf/at\\_download/file](http://www.sll.fi/mita-me-teemme/tuotanto-ja-kulutus/kuvat/ilmasto-lautasella-pdf/at_download/file)

Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14040. 2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Periaatteet ja pääpiirteet.

Suomen standardisoimisliitto SFS-EN ISO 14044. 2006. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi. Vaatimukset ja suuntaviivoja.

Suomen ympäristökeskus. 2007. Mittatikka kulutuksen ympäristövaikutusten kuvaamiseen. Helsinki: F. G. Lönnberg. Viitattu 19.6.2012. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=70940>

Suomen ympäristökeskus. 2009. Mittatikkaasteikko ja tuotteet. Viitattu 19.6.2012. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=16377&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus. 2011a. Jätteiden vaikutukset. Viitattu 14.3.2012. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=6983&lan=fi>

Suomen ympäristökeskus. 2011b. Liikenteen ympäristöhaitat. Viitattu 14.3.2012. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=10620&lan=fi>

Suomen ympäristöopisto SYKLI. Ruoan tuotanto ja jalostus. Viitattu 19.6.2012. <http://www.ymparistopassi.fi/valmennus.php?k=21392>

VACCIA Työpaketti 7. 2011. Ilmastonmuutoksen vaikutusten ja sopeutumistoimenpiteiden arviointi maataloustuotannossa. Lepsämänjoki LTSE. Viitattu 19.6.2012. <http://vaccia7.maat.helsinki.fi/projektit/vaccia>

Vapo Oy. Kaukolämpö. Viitattu 14.3.2012. <http://www.vapo.fi/fin/haku/index.php?id=2181>

Vihreä polku.info. Ekologinen jalanjälki. Viitattu 19.6.2012. [http://www.vihreapolku.info/ekologinen\\_jalanjalki](http://www.vihreapolku.info/ekologinen_jalanjalki)

Väisänen, J. 2009. Ruuan vesijalanjälki. Blogi. Viitattu 19.6.2012. <http://blogs.helsinki.fi/ruoka-ja-kestavyys/2009/05/29/ruuan-vesijalanjalki/>

Water for Food. 2008. Formas The Swedish research Council for Environment, Agricultural Sciences and Spatial Planning, Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande. [http://www.formas.se/upload/EpiStorePDF/Water\\_for\\_food\\_R5\\_2008/WaterforFood.pdf](http://www.formas.se/upload/EpiStorePDF/Water_for_food_R5_2008/WaterforFood.pdf)

Ympäristösuojelun tietojärjestelmä Vahti. 2012. Suomen jätevedenpuhdistamot. Suomen ympäristökeskus.

Äijälä, M. 2011. Kasvinjalostuksen keinot osana tulevaisuuden ruoantuotantoa. Pellervo-Instituutin vilja-alan tulevaisuusseminaari 3.11.2011. Saatavissa: [https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:hPft674ycg0J:www.pellervo-instituutti.fi/Liitetiedostot/%25C3%2584ij%25C3%25A4I%25C3%25A4\\_Pellervon%2520viljaseminaari%25203%252011%25202011%2520kjal%252](https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:hPft674ycg0J:www.pellervo-instituutti.fi/Liitetiedostot/%25C3%2584ij%25C3%25A4I%25C3%25A4_Pellervon%2520viljaseminaari%25203%252011%25202011%2520kjal%252)

Äystö, H. 2004. Kasvihuoneyrittäjän ympäristöopas. Kauppapuutarhaliitto.



## YMPÄRISTÖKYSELY

Alkuselvitys organisaation nykytilasta, toimintaan liittyvistä ympäristökysymyksistä, ympäristövaikutuksista ja ympäristötehokkuudesta.

Osasto/nimi:

pvm:

1. Prosessin kuvaus
2. Toimintaan liittyvät lait, luvat, määräykset ja sopimukset.
3. Toiminnan viranomaistahot ympäristöasioissa.
4. Prosessiin kohdistuvat ympäristönäkökohdat ja –vaikutukset.
5. Olemassa olevat ympäristöohjeet ja –menettelytavat.
6. Seurattavat aineet ja muut ympäristötekijät (melu yms.).
7. Ympäristöonnettomuuksien ehkäiseminen ja vähentäminen. Toiminta poikkeus- ja hätätilanteissa.
8. Läheltä piti –tilanteet ja onnettomuudet.
9. Sijainnista, luonnonolosuhteista, naapureista tai muista sidosryhmistä johtuvat erikoisvaatimukset.
10. Ympäristönäkökohtien huomioiminen hankintoja tehdessä.
11. Vedenkulutus, energiankulutus ja luonnonvarojen kulutus.
12. Jätteiden syntyminen ja käsittely.
13. Melu.
14. Ympäristöpäämäärät ja –tavoitteet.
15. Parannusehdotukset ja säästötoimenpiteet.

YMPÄRISTÖNÄKÖKOHTIEN TUNNISTAMINEN  
Boreal Kasvinjalostus Oy

Arviointasteikko	Ei merkittävää	Vähäinen merkitys	Merkittävä ympäristövaikutus	Erittäin merkittävä ympäristövaikutus
Pisteytys	0	1	2	3
<b>Vaikutuksen laajuus A</b> 0 Ei työsuojelellista vaikutusta 1 Lähinnä työsuojelellinen merkitys joka rajoittuu tehdasalueelle 2 Vaikutuksen laajuus ulottuu tehdasalueen ulkopuolelle 3 Vaikutusten laajuus ulottuu lähinaapuruston ulkopuolelle (<1 km tehdasrajasta)				
<b>Vaikutuksen vakavuus B</b> 0 Ei aiheuta tunnettuja (mitattavia) tai näkyviä vaikutuksia 1 Vaikutukset ovat havaittavissa, mutta selvästi alle suositusten (alle 50 % suosituksesta) 2 Selviä myös ulkopuolisten havaitsemia vaikutuksia 3 Selvästi nähtäviä tai tiedossa olevia sekä mitattavia vaikutuksia				
<b>Vaikutuksen kesto C</b> 0 alle 1 pvä 1 alle 1 kk 2 yli 1 kk 3 kesto useita kuukausia tai ylittää uutiskynnyksen				
<b>Vaikutusmahdollisuus D</b> 0 ei tiedetä yhtään vaikutuskeinoja, vaikutusmahdollisuus alle 5 % 1 olettuksia vaikutusmahdollisuuksista tai jokin keino on tiedossa, vaikutustaminen edellyttää merkittäviä investointeja saavutettavaan hyötynä nähdyn, vaikutus saadaan alkaen vasta vuosien kuluuttua (yli 3 v), vaikutusmahdollisuus kyselysen tekijän on arvioitua 5-10% 2 selkeä vaikutusmahdollisuus tai useampi kuin yksi vaikutuskeino on tiedossa, vaikutusmahdollisuus 10-30 % 3 selkeä vaikutusmahdollisuus tai useampia vaikutuskeinoja tiedossa, vaikutusmahdollisuus yli 30 %				

Ympäristönäkökohtien tunnistaminen

Boreal Kasvinjalostus Oy									
Osatoiminto	Ympäristönäkökohta	Ympäristövaikutus	Vaikutuksen laajuus A	Vaikutuksen vakavuus B	Vaikutuksen kesto C	Oma mahdollisuus vaikuttaa D	Yhteensä A*B*C*D		
Kasvihuone	Sähkön kulutus (vesienergia)	Padot vaikeuttavat kalojen liikkumista, vaikutus kalakantoihin	3	2	2	3	36		
	Lämmön kulutus (kaukolämpö)	Uusiutuvien energiavarojen käyttö, energian tuotantoketjun päästöt	3	1	2	3	18		
	Muita	Luonnonvarojen käyttö	3	1	2	0	0		
	Valosaaste	Luontaisen pimeyden katoaminen, haittoja ihmisen ja ekosysteemin terveydelle	2	1	2	1	4		
	Veden kulutus	Veden lämmitykseen kuluva energia, johtuvat vaikutukset luonnonmonimuotoisuuden vähenemiseen, ympäristöriski	2	1	1	1	2		
Laboratoriot	Torjunta-aineiden käyttö	Kaatojalikkojen täytyminen, roskaantuminen	1	1	1	1	1		
	Jätteen syntyminen	Ympäristöriskit	3	1	2	1	6		
	Kemikaalit	Työterveys	1	1	2	1	2		
Tuotanto	Taustamelu	Terveyshaitta	2	1	2	1	4		
	Peittausaineiden käyttö	Terveyshaitta niin eläimille kuin ihmisille, ympäristöriskit	2	1	2	1	4		
	Pöly	Terveyshaitta	2	2	2	1	8		
	Pakkausjäte	Luonnonvarojen muuttuminen jätteeksi	2	1	2	1	4		
	Liikenne	Polttoaineen kulutus, öljyvauriot, päästöt	2	1	2	1	4		
	Esipuhdistusjäte	Poltosta aiheutuvat päästöt, ilmaston lämpeneminen	2	1	1	1	2		
		Jos menee pelloille, eläinten terveydelle haittaa: Jos menee ongelmajätteeksi, polttoon, poltosta aiheutuvat päästöt	2	1	1	1	2		
	Peitattu jäteviilja	Padot vaikeuttavat kalojen liikkumista, vaikuttaa kalakantoihin	3	2	2	3	36		
	Sähkön kulutus (vesienergia)	Uusiutuvien energiavarojen käyttö, energian tuotantoketjun päästöt	3	1	2	3	18		
	Lämmön kulutus (kaukolämpö)	Uusiutuvien energiavarojen käyttö, uusiokäyttö	2	1	1	1	2		
Hallinto	Paperijäte	Terveyshaitta	1	1	2	1	2		
Kenttä	Pöly	Luonnonmonimuotoisuuden väheneminen	2	2	2	1	8		
	Torjunta-aineiden käyttö	Terveyshaitta niin eläimille kuin ihmisille, ympäristöriskit	2	2	2	1	8		
	Peittausaineiden käyttö	Rehevöityminen	2	2	2	1	8		
	Lannoitteiden käyttö	Padot vaikeuttavat kalojen liikkumista, vaikuttaa kalakantoihin	3	2	2	3	36		
	Sähkön kulutus (vesienergia)	Uusiutuvien energiavarojen käyttö, luonnonmonimuotoisuuden väheneminen	3	1	2	3	18		
	Lämmön kulutus (kaukolämpö)	Uusiutuvien energiavarojen käyttö, luonnonmonimuotoisuuden väheneminen	2	1	2	1	4		
	Maa-alueiden kulutus	Polttoaineen kulutus, öljyvauriot, päästöt	2	1	2	1	4		
	Liikenne		2	1	2	1	4		

